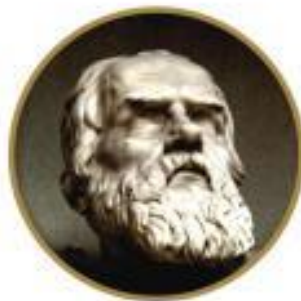


UNIVERSIDAD GALILEO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
LICENCIATURA EN OPTOMETRÍA

"Detección temprana de catarata sin dilatación pupilar por medio de evaluación clínica e índice de dispersión objetiva, en pacientes de 50 a 60 años de edad que asisten por primera vez a clínicas Intevisa, de junio a julio del año 2,019"



Galileo
UNIVERSIDAD
La Revolución en la Educación

TESIS

PRESENTADA A LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

POR

REYNER EMANUEL RAMIREZ GARZA 09001124

KEVIN ALEXANDER RAMIREZ GARZA 13002072

PREVIO A CONFERÍRSELES EL TÍTULO DE

OPTÓMETRA

EN EL GRADO ACADÉMICO DE

LICENCIADO

GUATEMALA, NOVIEMBRE DEL 2,019

MIEMBROS DE HONOR
DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
DE LA UNIVERSIDAD GALILEO

DECANA

Dra. Vilma Judith Chávez de Pop

COORDINADOR ACADÉMICO

Lic. Juan Carlos Aresti Arciniega

COORDINADOR ÁREA DE TESIS

Lic. Gustavo Adolfo Barrios Sánchez



Guatemala, 16 de Noviembre del 2,019

Licenciado

Gustavo Adolfo Barrios Sánchez

Coordinador Área de Tesis

Licenciatura en Optometría

Universidad Galileo

Respetable Licenciado Barrios:

De manera atenta me dirijo a usted para manifestarle que acepté asesorar a Reyner Emanuel Ramirez Garza con número de carné 09001124 y a Kevin Alexander Ramirez Garza con número de carné 13002072 ambos estudiantes de la Licenciatura en Optometría en la elaboración de su tesis titulada: "Detección temprana de catarata sin dilatación pupilar por medio de evaluación clínica e índice de dispersión objetiva, en pacientes de 50 a 60 años de edad que asisten por primera vez a clínicas Intevisa, de junio a julio del año 2,019"

Sin otro particular me suscribo de usted.

Atentamente;

Dr. Ramiro Faillace.

Médico Oftalmólogo.

Colegiado No. 6762.

Guatemala, 16 de noviembre del 2,019

Doctora

Vilma Chávez de Pop

Decana

Facultad de Ciencias de la Salud

Universidad Galileo

Respetable Doctora Chávez:

De manera atenta me dirijo a usted para manifestarle que Reyner Emanuel Ramirez Garza con número de carné 09001124 y Kevin Alexander Ramirez Garza con número de carné 13002072 ambos estudiantes de la Licenciatura en Optometría, han presentado su informe de tesis titulado: "Detección temprana de catarata sin dilatación pupilar por medio de evaluación clínica e índice de dispersión objetiva, en pacientes de 50 a 60 años de edad que asisten por primera vez a clínicas Intevisa, de junio a julio del año 2,019". Por lo que a mi criterio, dicho informe cumple los requisitos de forma y fondo establecidos en el "Instructivo para Elaboración y Presentación de Tesis de grado en Optometría", y puede ser aceptado para el examen privado correspondiente. La supervisión y asesoría directa del trabajo de tesis fue realizada por el Dr. Ramiro Faillace quien manifiesta su aprobación según carta adjunta.

Sin otro particular me suscribo de usted.

Atentamente

Lic. Gustavo Adolfo Barrios Sánchez

Administrador de empresas/Optometrista

Colegiado Activo 16,097

Dedicatoria

1. Para Dios quien nos dio la vida y la oportunidad para dar salud visual a muchos pacientes.

2. Para nuestros padres que nos forjaron principios, valores y educación.

3. Para el Dr. Ramiro Faillace quien ha sido mi maestro de vida desde hace más de una década, siendo luz en la obscuridad y guía en la claridad. Ha sido un gran ejemplo a seguir durante mi formación profesional, gracias a su carácter, esfuerzo, dedicación y al conocimiento que me ha compartido. Creo en mí una expectativa alta en el mundo de la visión.

4. Para el Dr. Ricardo Miranda quien ha sido mi maestro desde hace más de una década, quien con su experiencia, conocimiento, paciencia y facilidad de enseñanza. Creo en mí una ilusión en el mundo de la visión.

5. Para mi colega y gran amigo; quien con su amistad, sinceridad, experiencia, dedicación y carisma hacia sus pacientes, fue un ejemplo a seguir. Opt. Joel Martínez Q.E.P.D.

6. Para los pacientes, profesionales de la salud visual y amigos que contribuyeron con su paciencia, tiempo, experiencia y conocimiento para poder llevar a cabo este estudio.

7. Para nuestros maestros de Universidad Galileo, quienes con su actitud, experiencia y dedicación en cada clase, nos han formado para ser profesionales de la salud visual en el grado académico de: Licenciados en Optometría.

“No todos los ojos cerrados duermen, ni todos los ojos abiertos ven” Bill Cosby.

Índice General
CAPÍTULO I
MARCO METODOLÓGICO

	Página
Introducción	
1.1 Justificación de la investigación	1
1.2 Planteamiento del problema	3
1.2.1 Definición del problema	3
1.2.2 Delimitación del problema	5
1.2.2.1 Unidad de análisis	5
1.2.2.2 Tamaño de la muestra	5
1.2.2.3 Ámbito geográfico	5
1.3 Hipótesis	5
1.4 Objetivos de la investigación	5
1.4.1 Objetivo general	5
1.4.2 Objetivos específicos	5
1.5 Métodos, técnicas e instrumentos	6
1.5.1 Métodos	6
1.5.1.1 Método descriptivo	6
1.5.1.2 Método inductivo	6
1.5.1.3 Método deductivo	6
1.5.1.4 Método científico	6
1.5.2 Técnicas	6
1.5.2.1 Entrevista a profesionales de la salud visual	6
1.5.2.2 Entrevistas y encuestas a cirujanos	7
1.5.2.3 Encuesta de pacientes	7
1.5.2.4 Evaluación clínica	7
1.5.2.5 Análisis de resultados	7
1.5.3 Instrumentos	7
1.5.3.1 Guía de entrevista y formulación de preguntas	7
1.5.3.2 Guía de encuesta a pacientes	7

1.5.3.3 Instrumentos clínicos	7
1.5.3.4 Instrumentos tecnológicos de diagnóstico	8
1.6 Cronograma de actividades	8
1.7 Recursos	9
1.7.1 Recursos humanos	9
1.7.1.1 Estudiantes de optometría	9
1.7.1.2 Oftalmólogo asesor	9
1.7.1.3 Profesionales de la salud visual	9
1.7.1.4 Asesor y aprobador de tesis	9
1.7.2 Recursos materiales	9
1.7.2.1 Tecnología clínica y diagnóstica	9
1.7.2.2 Tecnología y accesorios	10
1.7.2.3 Imprenta	10
1.7.3 Recursos financieros	10

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

	Página
2.1 Anatomía	11
2.2 Fisiología	12
2.3 Luz	14
2.4 La óptica	14
2.5 Fenómenos ópticos	15
2.5.1 Difracción y dispersión de la luz	15
2.5.2 Refracción	15
2.5.3 Reflexión	16
2.6 Sistema óptico	16
2.7 Calidad óptica de la imagen retiniana	17
2.8 Medios refringentes que intervienen en la calidad de la imagen retiniana	17
2.8.1 Película lagrimal	17
2.8.2 Cornea	19
2.8.3 Humor acuoso	20

2.8.4 Cristalino	20
2.8.5 Humor vítreo	22
2.9 Defectos ópticos	22
2.9.1 Miopía	23
2.9.2 Hipermetropía	23
2.9.3 Astigmatismo	24
2.10 Cataratas	25
2.10.1 Partes del cristalino	25
2.10.1.1 Cápsula del cristalino	25
2.10.1.2 Fibras zonulares	25
2.10.1.3 Epitelio del cristalino	26
2.10.1.4 Núcleo y corteza	26
2.10.2 Causas de formación de catarata	27
2.10.2.1 Metabolismo de la glucosa	27
2.10.2.2 Daño oxidativo y mecanismos protectores	27
2.10.2.3 Catarata relacionada con la edad	28
2.10.3 Tipos de catarata por ubicación	28
2.10.3.1 Catarata nuclear	28
2.10.3.2 Catarata cortical	29
2.10.3.3 Catarata sub-capsular posterior	30
2.11 Tipos de examen para detección de catarata	31
2.11.1 Análisis de deslumbramiento	31
2.11.2 Densitometría del cristalino	31
2.11.3 Retinoscopia	32
2.11.4 Agudeza visual	32
2.11.5 Agudeza visual con Pínhole	33
2.11.6 Agudeza visual con sensibilidad al contraste	33
2.11.7 Lámpara de hendidura	33
2.11.8 Medición de índice de dispersión objetiva	34

2.11.8.1 Funcionalidad	35
2.11.8.2 Interpretación	35

CAPÍTULO III

DETECCIÓN TEMPRANA DE CATARATA SIN DILATACIÓN PUPILAR POR MEDIO DE EVALUACIÓN CLÍNICA E ÍNDICE DE DISPERSIÓN OBJETIVA

	Página
3.1 Entrevista a profesionales de salud visual	36
3.2 Entrevista y encuesta a cirujanos de catarata	37
3.2.1 Complicaciones de cirugía de catarata severa	37
3.2.2 Beneficios o ventajas al operar catarata nivel leve o moderada	37
3.2.3 Grado de catarata ideal para operar	38
3.3. Resultados de la propuesta del manual de detección temprana de catarata sin dilatación pupilar	39
3.3.1 Incidencia de catarata temprana en pacientes de 50 a 60 años de edad	39
3.3.2 Catarata monocular vs binocular	40
3.3.3 Incidencia de catarata por grado de severidad	41
3.3.4 Correlación entre evaluación clínica e índice de dispersión objetiva "OSI" para la detección temprana de catarata sin dilatación pupilar	42
3.4 Encuesta a pacientes	44
3.4.1 Síntomas de catarata en el ojo dominante	44
3.4.2 Síntomas de catarata en el ojo no dominante	45
3.4.3 Factores endógenos y exógenos que contribuyen al desarrollo de catarata	46
3.4.4 Protección contra los factores exógenos que contribuyen al desarrollo de catarata	47

CAPÍTULO IV
PROPUESTA DEL MANUAL DE DETECCIÓN TEMPRANA DE CATARATA SIN
DILATACIÓN PUPILAR

	Página
4.1 Instrumentos requeridos	48
4.2 Procesos de apoyo	48
4.3. Planeación de selección de paciente	48
4.4 Flujograma	49
4.5 Procedimiento para la detección temprana de catarata sin dilatación pupilar	50
4.5.1 Medida de agudeza visual con agujero estenopeico	50
4.5.2 Medida de agudeza visual con corrección refractiva	51
4.5.3 Medida de agudeza visual con sensibilidad al contraste	52
4.5.4 Evaluación de la transparencia de los medios refringentes oculares	53
4.5.5 Evaluación de la transparencia del cristalino	54
4.5.6 Medición de índice de dispersión objetiva	56
Conclusiones	58
Recomendaciones	59
Bibliografía	60
Anexos	62

Índice de tablas

	Página
Tabla 1. Complicaciones de cirugía de catarata severa	37
Tabla 2. Beneficios al operar catarata nivel leve o moderada	38
Tabla 3. Grado de catarata ideal para operar	38
Tabla 4. Correlación entre evaluación clínica e índice de dispersión objetiva "OSI" para la detección temprana de catarata sin dilatación pupilar	42

Índice de figuras

	Página
Figura 1. Globo ocular	11
Figura 2. Cámaras del globo ocular	12
Figura 3. Formación de imágenes sobre la retina	13
Figura 4. Lágrima y sus glándulas	18
Figura 5. Cristalino	21
Figura 6. Medios refringentes oculares	22
Figura 7. Miopía	23
Figura 8. Hipermetropía	24
Figura 9. Astigmatismo	24
Figura 10. Partes del cristalino	26
Figura 11. Catarata nuclear	29
Figura 12. Catarata cortical	29
Figura 13. Catarata sub-capsular posterior	30
Figura 14. Exámenes que actualmente utilizan para la detección temprana de catarata	36
Figura 15. Incidencia de catarata por paciente	39
Figura 16. Catarata monocular vs catarata binocular	40
Figura 17. Incidencia de catarata por grado de severidad	41
Figura 18. Síntomas de catarata en el ojo dominante	44
Figura 19. Síntomas de catarata en el ojo no dominante	45
Figura 20. Factores endógenos y exógenos que contribuyen al desarrollo de catarata	46
Figura 21. Protección contra los principales factores exógenos que contribuyen al desarrollo de catarata	47
Figura 22. Flujograma para la detección temprana de catarata	49
Figura 23. Medición de agudeza visual con Pínhole	50
Figura 24. Medición de agudeza visual con corrección	51
Figura 25. Medición de sensibilidad al contraste	52

Figura 26. Evaluación de la transparencia de los medios refringentes oculares	54
Figura 27. Evaluación de la transparencia del cristalino	55
Figura 28. Medición de índice de dispersión objetiva (OSI)	57

Índice de Anexos

	Página
Anexo 1. Guía de entrevista a profesionales de la salud visual	62
Anexo 2. Guía de entrevista a cirujanos de catarata	63
Anexo 3. Encuesta a cirujanos de catarata	64
Anexo 4. Cuestionario de detección temprana de catarata	65
Anexo 5. Ficha clínica	66

INTRODUCCIÓN

El sentido de la vista es el órgano más importante para obtener información del mundo exterior. Cuando la luz incide en la superficie ocular, el sistema óptico visual debe cumplir principalmente con la transparencia de cada uno de sus medios refringentes (lágrima, cornea, humor acuoso, cristalino y humor vítreo) para obtener una imagen nítida en la retina, por ende una calidad visual adecuada. El cristalino es el principal protagonista en esta investigación, definiéndose como una estructura transparente y biconvexa que cumple con interesantes funciones: 1) mantener su propia transparencia, 2) refractar la luz y 3) proporcionar acomodación.

El cristalino puede perder su transparencia por múltiples factores tanto endógenos como exógenos, cuando esto ocurre obtiene el nombre de "catarata". En un ojo que presenta catarata, en el momento que la luz incide y se refracta al interior del ojo, al pasar por el cristalino ocurre un fenómeno físico llamado "difracción o dispersión de la luz". Durante la evaluación clínica el paciente que tiene catarata, presenta una disminución de la cantidad y calidad visual, en el análisis de la medida del índice de dispersión objetiva, presenta un aumento del valor "OSI" y el principal síntoma del paciente es "visión borrosa" a pesar de utilizar lentes oftálmicas con corrección refractiva.

La visión borrosa influye significativamente en la calidad de vida de los pacientes, causando dificultades para realizar sus actividades diarias. Las cataratas presentan la principal causa de ceguera a nivel mundial, por lo que brindar una solución para contribuir a disminuir las cifras de ceguera por catarata, es un desafío hoy en día para los profesionales de la salud visual. El presente trabajo de tesis tiene como objetivo principal combinar la evaluación clínica con medición de OSI para la detección temprana de catarata sin dilatación pupilar en pacientes de 50 a 60 años de edad.

CAPÍTULO I

MARCO METODOLÓGICO

1.1 Justificación de la investigación

El ojo está compuesto por un sistema óptico visual único (SOV) que tiene como objetivo enfocar las imágenes en la retina donde ocurre un proceso foto, químico y eléctrico. Posteriormente, el nervio óptico envía impulsos eléctricos que viajan por toda la vía visual hasta llegar a la parte occipital del cerebro, donde se interpretan las imágenes.

El SOV del ojo se compone por lágrima, cornea, humor acuoso, cristalino y humor vítreo, cada uno con diferente poder dióptrico e índice de refracción, que cambian la velocidad y dirección de la luz al pasar por cada uno de los medios refringentes anteriormente descritos, hasta enfocar la luz en la fovea.

El cristalino es una lente transparente, biconvexa avascular que está ubicada en la cámara posterior, situada en medio del iris y del humor vítreo, siendo la segunda lente con mayor poder dióptrico para enfocar las imágenes sobre la retina. El cristalino está sostenido por una red cuyo nombre corresponde a "zónulas de Zinn" que provienen del músculo ciliar, el cual puede modificar la forma del cristalino para visión cercana, intermedia y lejana.

El cristalino está compuesto en su mayoría por agua y proteínas. Las proteínas están distribuidas de una forma precisa, permitiendo que el lente se mantenga transparente y que la luz pase a través del mismo. Con la edad o por otras causas, algunas de las proteínas se acumulan y comienzan a aumentar la densidad en alguna parte del cristalino, lo que ocasiona una difracción o dispersión de la luz por la opacificación del cristalino.

Cuando el cristalino se opacifica o pierde su transparencia, da como resultado una visión borrosa o pérdida de la calidad visual. A la opacificación del cristalino se le denomina "catarata". Dependiendo en qué parte del cristalino se inicie la opacificación o pérdida de la transparencia, podemos clasificar la catarata en; catarata sub-capsular anterior, nuclear, cortical y sub-capsular posterior.

Cuando la luz incide en el sistema óptico visual de un "ojo normal sin catarata", la luz sufrirá un cambio de velocidad y dirección, dando así un fenómeno físico llamado "refracción". Esto ocurre cuando la luz pasa por medios con índice de refracción diferente. Después que la luz ha pasado por todo el sistema óptico visual, se enfoca en el punto de mayor visión, "fóvea", la parte más importante de la retina. Posteriormente la luz viaja a través del nervio óptico, vía visual, hasta la parte occipital del cerebro donde son interpretadas las imágenes.

Si la luz se refracta por el SOV y no hay ninguna opacificación en el cristalino obtendremos una interpretación de la imagen nítida y clara. Por el contrario, si la luz incide en el SOV y se refracta a través de la lágrima, cornea, humor acuoso: y al llegar al cristalino existe una opacidad denominada "catarata" hará que la luz sufra un cambio de velocidad, dirección y divergencia de esta, dando así un fenómeno físico llamado "refracción" y "difracción".

La difracción se da cuando la luz incide y se refracta en un cristalino con opacificación "catarata". La luz se diverge o toma diferentes direcciones, posteriormente se refracta por el humor vítreo y se enfoca en la "fóvea". Por la difracción que sufrió la luz por la catarata, la fóvea recibe menor cantidad de luz, por ende, enviará menor cantidad de luz al nervio óptico, vía visual hasta la parte occipital del cerebro, pero en esta ocasión se obtendrá una interpretación errónea de las imágenes, obteniendo una disminución de la cantidad y calidad visual, lo que se traduce como visión borrosa.

La medición de la calidad visual óptica de Acutarget HD, brinda una medición del índice de dispersión objetiva, por medio de una proyección de láser de bajo nivel. La luz láser ingresa al ojo por cada uno de los medios refringentes del sistema óptico visual, hasta enfocarse en la parte posterior del ojo (retina). En ese momento, la luz de láser de bajo nivel retorna mediante un sistema de doble paso y el software integrado analiza la cantidad de luz que regresa, para proporcionar la calidad visual del sistema óptico. La combinación de la evaluación clínica y evaluación con tecnología de diagnóstico visual, es ideal para obtener la detección temprana de catarata sin dilatación pupilar.

Con esta combinación se obtiene la medida de la cantidad y calidad visual del paciente, que es lo que principalmente se ve afectado al presentar una opacificación en el cristalino, "catarata". Ya que las cataratas son la consecuencia de la opacificación del cristalino, esto conduce a la disminución cuantitativa y cualitativa de la visión, provocando pérdida de la sensibilidad al contraste y deslumbramiento.

Se evaluará a todos los pacientes que asistan por primera vez a clínicas Intevisa con un rango de edad entre 50 y 60 años, que no presenten ninguna patología corneal ni retiniana, para la evaluación correcta de la detección temprana de catarata. Por medio de la propuesta del manual titulado "Detección Temprana de Catarata Sin Dilatación Pupilar" con medición de índice de dispersión objetiva de Acutarget HD. Con este análisis obtendremos una simulación de la calidad visual óptica de cada paciente.

1.2 Planteamiento del problema

1.2.1 Definición del problema

Según la Organización Mundial de la Salud "OMS", las cataratas representan la principal causa de ceguera prevenible y reversible en el mundo. El riesgo de padecer de catarata aumenta con cada década de vida, siendo más frecuente a partir de los 50 años de edad.

La catarata produce una pérdida o disminución progresiva de la cantidad y calidad visual por la opacificación del cristalino que impide la absorción adecuada de la luz que llega a la retina. Habitualmente se presenta de manera bilateral, pero con mayor opacificación en un ojo. Generalmente da una visión borrosa, turbia a modo de neblina, sensibilidad a la luz, “fotofobia”, halos alrededor de la luz y percepción alterada de los colores, “sensibilidad al contraste”, como que si los colores hubieran perdido su intensidad. También produce cambios refractivos o de graduación, principalmente miopía, por el aumento del grosor del cristalino que hace que la luz se enfoque antes de la retina. Mejorando la visión cercana.

Dado a la información brindada por la Organización Mundial de la Salud, indiscutiblemente es un problema muy frecuente e importante, por lo que se requiere de un examen tecnológico para la detección, medición y seguimiento temprano de catarata, ya que es de vital importancia reducir las cifras de ceguera prevenible y reversible que ocasionan las cataratas.

La detección temprana de catarata en la actualidad ha sido de mayor interés para los profesionales de la salud visual, ya que se previenen posibles riesgos durante y después de la cirugía. El Acutarget HD, por medio del estudio “Índice de Dispersión Objetiva” detecta la opacidad del cristalino por medio de disminución de calidad visual. Con este estudio profesional y científico, se detecta tempranamente y se demuestra cualitativamente el grado de catarata. Con este resultado se puede recomendar la extracción quirúrgica de la catarata en el momento preciso, previniendo así la ceguera visual y pérdida de la calidad de vida del paciente.

La única manera de eliminar completamente la catarata es la intervención quirúrgica, donde su principal objetivo; es extraer el cristalino opaco o nublado e implantar un lente intraocular artificial con el poder dióptrico adecuado, dando como resultado la reversión de la pérdida de la cantidad y calidad visual ocasionada por la catarata.

1.2.2 Delimitación del problema

1.2.2.1 Unidad de análisis

El estudio se llevó a cabo en Intevisa a 70 pacientes que asistieron por primera vez a consulta con un rango de edad entre 50 a 60 años en el mes de junio y julio del año 2,019, con el fin de detectar tempranamente la catarata sin dilatación pupilar.

1.2.2.2 Tamaño de la muestra

Se analizaron los resultados del manual de detección temprana de catarata sin dilatación pupilar de 70 pacientes para obtener la calidad visual de 140 ojos.

1.2.2.3 Ámbito geográfico

Instituto Tecnológico de la Visión, Sociedad Anónima "Intevisa", ubicado en la 11 calle 15-62 zona 13 de la ciudad capital de Guatemala.

1.3 Hipótesis

La expectativa para la detección temprana de catarata de 50 a 60 años es del 40% utilizando el método inductivo.

1.4 Objetivos de la investigación

1.4.1 Objetivo general

Proponer un manual de evaluación clínica y medición de índice de dispersión objetiva para la detección temprana de catarata sin dilatación pupilar.

1.4.2 Objetivos específicos

- Determinar la incidencia de catarata en pacientes de 50 a 60 años de edad.
- Correlacionar la evaluación clínica y medición de índice de dispersión objetiva.
- Determinar el síntoma más frecuente que presentan los pacientes con catarata.
- Determinar el momento ideal para la extracción de la catarata con sensibilidad al contraste y medición de índice de dispersión objetiva.

1.5 Métodos, técnicas e instrumentos

1.5.1 Métodos

1.5.1.1 Método descriptivo

Se procedió a utilizar el **método descriptivo** para la recolección de datos, organización, clasificación de catarata y redacción del informe de investigación.

1.5.1.2 Método inductivo

Se siguió el **método inductivo** partiendo de la observación y de la hipótesis de resultados obtenidos a través de la experiencia con la medición de índice de dispersión objetiva, debido a la accesibilidad de la información.

1.5.1.3 Método deductivo

Se procedió a usar el **método deductivo** partiendo de la lógica de incidencia de catarata, a mayor edad, mayor incidencia de catarata.

1.5.1.4 Método científico

Se seleccionó el **método científico** puesto que se enfoca en la observación de signos como disminución de la cantidad y calidad visual, síntomas del paciente como deslumbramiento y disminución de la visión. Se procedió a la recolección de datos y análisis del índice de dispersión objetiva para obtener el resultado y la comprobación de la investigación.

1.5.2 Técnicas

1.5.2.1 Entrevistas a profesionales de la salud visual

Se procedió a entrevistar a 59 profesionales de la salud visual, entre ellos Optómetras y Oftalmólogos en su gran mayoría, con el fin de determinar qué técnica, instrumento o examen es el que actualmente usan para la detección temprana de catarata.

1.5.2.2 Entrevistas y encuestas de cirujanos

Se procedió a entrevistar y realizar una encuesta a cada uno de los cirujanos de clínicas Intevisa, acerca de su experiencia en cirugías de catarata.

1.5.2.3 Encuesta de paciente

Se realizó una evaluación de los síntomas de cada paciente por medio de una encuesta cuyo objetivo es determinar si presentan catarata.

1.5.2.4 Evaluación clínica

Se procedió a examinar clínicamente a cada uno de los 70 pacientes de 50 a 60 años de edad, por medio de la propuesta del manual de detección temprana de catarata sin dilatación pupilar.

1.5.2.5 Análisis de resultados

Se analizó las encuestas contestadas por cada paciente y se determina, si presentan catarata por medio del manual de detección temprana de catarata.

1.5.3 Instrumentos

1.5.3.1 Guía de entrevista y formulación de preguntas

Se realizó una guía de entrevista y una formulación de preguntas con total enfoque a qué técnica o estudio actualmente se utiliza para la detección temprana de catarata.

1.5.3.2 Guía de encuesta a pacientes

Se realizó una formulación de preguntas con total enfoque a síntomas de catarata, factores endógenos y exógenos que contribuyen al desarrollo acelerado de catarata.

1.5.3.3 Instrumentos clínicos

Se utilizó retinoscopio, foróptero, cartilla de Snellen, cartilla de Pelli-Robson y lámpara de hendidura para la detección temprana de catarata sin dilatación pupilar en clínica.

1.5.3.4 Instrumento tecnológico de diagnóstico

Se utilizó el aparato Acutarget HD instruments para obtener los resultado de la medición del índice de dispersión objetiva (OSI) para la detección temprana de catarata.

1.6 Cronograma de actividades

ACTIVIDAD		ENERO- FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO A OCTUBRE
CAPÍTULO I	Aprobación de tesis					
	Justificación de la investigación					
	Planteamiento del problema					
	Hipótesis					
	Objetivos de investigación					
	Método, técnicas e instrumentos					
	Recursos					
CAPÍTULO II	Marco teórico					
CAPÍTULO III	Tema a investigar					
CAPÍTULO IV	Propuesta del manual					
	Conclusiones y Bibliografía					
	Anexos					

1.7 Recursos

1.7.1 Recursos humanos

1.7.1.1 Estudiantes de optometría

Para la realización de la investigación se necesitó 2 estudiantes de optometría, quienes fueron los principales investigadores de esta tesis. Las reuniones se sostuvieron 4 veces a la semana, este tiempo se empleó para la idea de investigación, discusión, realización, utilización de la propuesta del manual clínico, medición del índice de dispersión objetiva, encuestas, entrevistas y descripción de la investigación.

1.7.1.2 Oftalmólogo asesor

Para la revisión de la tesis se necesitó a un oftalmólogo como asesor de esta investigación o tesis, la cual revisó una vez a la semana, anotando sugerencias, guía de la investigación y aprobación.

1.7.1.3 Profesionales de la salud visual

Para la realización y guía de esta tesis se entrevistó a 5 cirujanos de catarata y a 59 profesionales de la salud visual "Optómetras y Oftalmólogos".

1.7.1.4 Asesor y aprobador de tesis

Para la aprobación de tesis se necesitó a un asesor por parte de la Universidad Galileo, a quien se le presentó la tesis una vez a la semana para revisión, sugerencias, guía de la investigación y aprobación.

1.7.2 Recursos materiales

1.7.2.1 Tecnología clínica y diagnóstica

Para la realización de esta investigación se necesitó retinoscopio, foróptero, cartilla de Snellen, cartilla de Pelli-Robson, lámpara de hendidura y Acutarget HD Analyzer.

1.7.2.2 Tecnología y accesorios

Para la realización de entrevistas y encuestas se utilizó lo siguiente; papel, lapiceros, impresora y computadora.

1.7.2.3 Imprenta

Para concluir se procedió a la impresión y encuadernación del trabajo final de investigación.

1.7.3 Recursos financieros

A continuación, se detallan los principales recursos que se utilizaron para el desarrollo y realización del presente estudio.

Concepto	Tiempo	Precio/Unidad	Total Parcial en Q.
Internet	-	Q5.00	Q800.00
Alquiler de equipo tecnológico	8 Hrs 33 min	Q1.00	Q140.00
Parqueo	-	-	Q0.00
Encuadernado de tesis	-	Q15.00	Q45.00
Impresión de tesis	-	Q1.00	Q270.00
Impresión de cuestionarios, entrevistas e informes	-	Q1.00	Q519.00
Discos compactos regrabables	-	Q10.00	Q10.00
Papel	-	Q40.00	Q160.00
Gastos varios no programados		-	Q 500.00
Imprenta	-	Pendiente	
		TOTAL	Q2,444.00

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Anatomía

El globo ocular es el órgano principal de la visión y se encuentra ubicado en la fosa orbitaria y rodeada por estructuras que proporcionan protección (párpados), lubricación (sistema lagrimal) y movilidad (músculos extraoculares).

El ojo está formado principalmente por tres capas de tejido. La capa externa del globo ocular está compuesta fundamentalmente por la esclerótica (la parte blanca del ojo) que le confiere rigidez y protección. La membrana mucosa que recubre la esclerótica en la parte anterior del globo ocular y tapiza la parte interna de los párpados se llama conjuntiva. En la parte frontal de la esclerótica se encuentra la córnea, a través de la cual entra la luz al interior del ojo. La capa intermedia del globo ocular está formada por el iris, el cuerpo ciliar y la coroides, y se llama úvea. La capa interna del globo ocular, embriológica y anatómicamente, es una parte del encéfalo; y, fisiológicamente, es el soporte de los fotorreceptores, los conos-bastones, y se llama retina. (*Bermejo*).

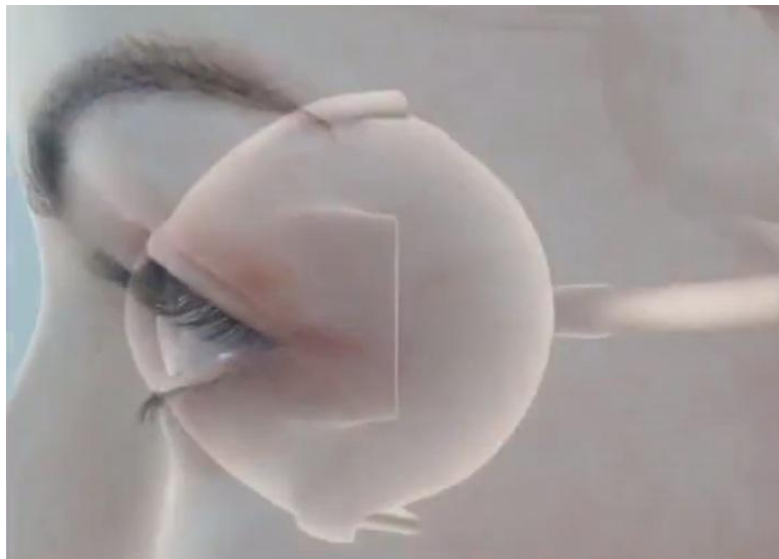


Figura 1. Globo ocular. Tomado de programa Rendia Intevisa. (2019)

Existen tres cámaras en el globo ocular: la cámara anterior, la posterior y la vítrea. La primera está localizada entre la cara anterior del iris y la cara posterior de la córnea, la segunda entre la cara posterior del iris y la cara anterior del cristalino. Ambas cámaras se llenan de humor acuoso, el cual es producido en el cuerpo ciliar, para posteriormente circular desde la cámara posterior a la cámara anterior para drenar por la malla trabecular hacia la circulación general a través del canal de Schlemm. La cámara vítrea se sitúa entre el cristalino y la retina, y está compuesta por una sustancia gelatinosa llamada vítreo. (Bermejo).

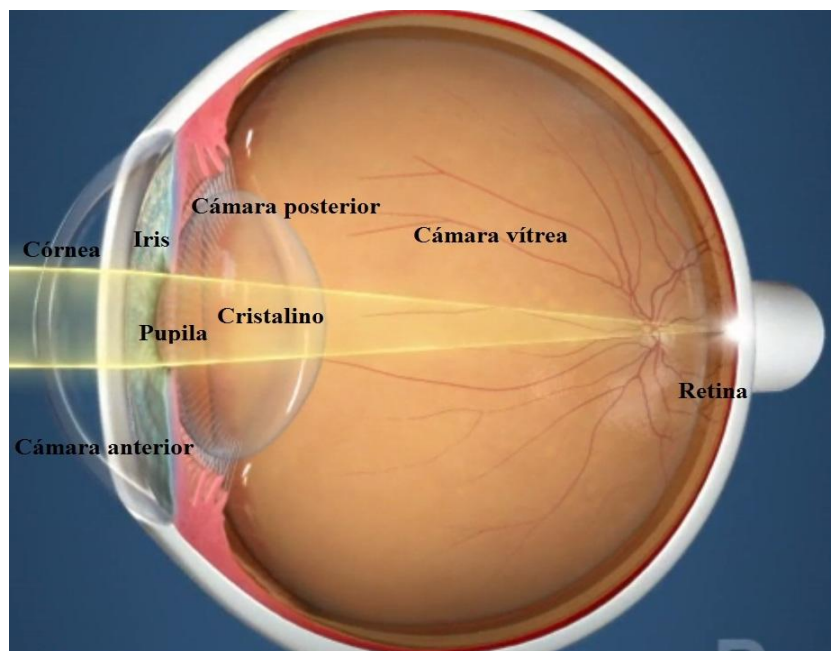


Figura 2. Cámaras del globo ocular. Tomado de programa Rendia Intevisa. (2019)

2.2 Fisiología

La visión es el proceso mediante el cual, la luz que se refleja en los objetos y que es percibida por el ojo es transformada en una imagen mental. La visión se realiza por el sistema visual, que permite determinar la forma y el color de los objetos, así como el movimiento en el medio externo. Para que la visión se produzca, se necesita en primer lugar, estructuras ópticas auxiliares que permitan enfocar la luz sobre las células receptoras de la retina.

Las características de forma, color y movimiento son procesadas por diferentes grupos celulares del sistema visual, comenzando por aquellas que se encuentran en el ojo, que es el órgano sensorial del sistema visual que transforma la luz (energía electromagnética) en impulsos eléctricos. Los potenciales de acción son utilizados para transmitir la información al sistema nervioso central, donde es procesada y es transformada en imágenes mentales.

La función principal de las partes no nerviosas del ojo o sistema óptico visual es la formación de imágenes sobre la retina, como se puede observar en la figura 3. La formación de la imagen sobre la retina es el resultado final de la refracción de los rayos luminosos, en el momento que la luz incide e ingresa en el sistema óptico visual, conformado principalmente por la cornea y el cristalino que son las lentes que separan entre si los medios de distinta densidad (lagrimea, humor acuoso y humor vítreo), a lo largo del eje visual del ojo. (Martín, 2006).

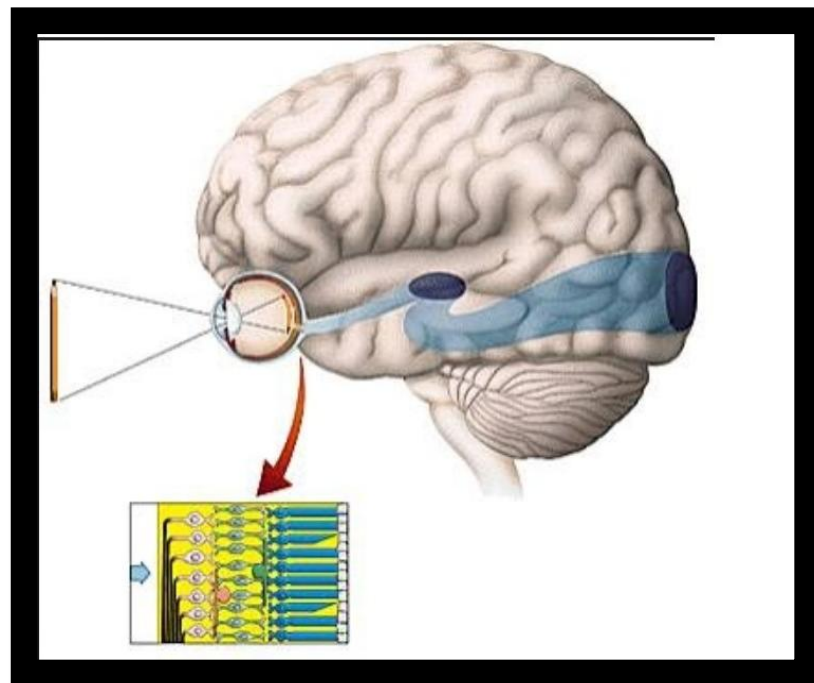


Figura 3. Formación de imágenes sobre la retina. Tomado de Macias.(2015).

2.3 Luz

Es una onda electromagnética (o una forma de energía radiante) visible por el ojo humano, que ocupa un determinado intervalo del espectro de estas ondas, se propaga en el vacío con una velocidad constante, cualquiera que sea el sistema de referencia en que la midamos, de aproximadamente 300.000 km/s, siendo esta velocidad un límite insuperable que impone la naturaleza. (*Burbano, 2003*).

La expresión luz se ha utilizado en un sentido puramente objetivo o físico, ya sea que haga referencia a ondas electromagnéticas o a fotones. La misma palabra se utiliza en sentido fisiológico o subjetivo para referirse a las sensaciones de un observador cuando llegan a su retina ondas electromagnéticas o fotones. Un comité de la Optical Society of América propuso una tercera definición de la luz, que combina los aspectos objetivo y subjetivo, y que puede considerarse como Psicofísica. Según esta definición, "la luz es aquel aspecto de la energía radiante de un observador humano que percibe a través de las sensaciones visuales producidas por el estímulo de la retina del ojo". (*Rodríguez, 1997*).

2.4 La Óptica

Se define como la ciencia de la luz y de la visión que se puede estudiar bajo 3 aspectos diferentes;

1. La óptica física, es la que estudia la naturaleza de la luz.
2. La óptica geométrica, es la que estudia la marcha de los rayos luminosos y la posición de las imágenes en los instrumentos ópticos.
3. La óptica fisiológica, que es la que vamos a estudiar y que analiza los fenómenos de la visión.

La luz se desplaza en forma de rayos luminosos. Todo rayo luminoso que en su trayecto encuentra un cuerpo opaco se refleja y, a este fenómeno lo llamamos reflexión.

Por otra parte, todo rayo de luz que en su trayectoria encuentra un cuerpo transparente sufre una disminución de su velocidad y cambio de dirección. Este fenómeno es la refracción, y es lo que sucede con la luz en el ojo humano; pero este no consta de una sola lente, sino de varias superficies refringentes en las cuales los rayos de luz van a experimentar una desviación de su trayectoria. Estas superficies refringentes están representadas por las superficies limitantes de los diferentes medios dióptricos como se puede observar en la figura 8. Se denomina dióptico a toda superficie que separa dos medios de distinta refringencia. *(Caviedes, 1991)*.

2.5 Fenómenos ópticos

2.5.1 Difracción o dispersión de la luz

La difracción es el fenómeno que permite que la luz se propague en entorno a esquinas. Se define como difracción a la modulación, dispersión o distribución de la luz dentro del sistema óptico visual al pasar a través del cristalino; sin embargo, habiendo presente una opacidad (catarata). En ese momento, la luz se dispersa, por lo que la retina recibe menor cantidad de luz, dando como resultado una imagen borrosa. *(Tomasi, 2003)*.

La luz sufre el fenómeno de dispersión cuando se descompone en sus colores simples. *(Burbano, 2003)*. Newton demostró que cuando sobre un prisma de vidrio incide un haz aproximadamente paralelo de la luz blanca, la luz emergente se dispersa dando una banda de distintos colores a la que llamo espectro. A este fenómeno se le conoce por el nombre de dispersión. *(Ditchburn, 1982)*.

2.5.2 Refracción

La refracción es el resultado de las distintas velocidades de la luz en diversas sustancias. Es el proceso en el cual varía la dirección de la luz al pasar de un material a otro. *(Bueche, 1988)*.

2.5.3 Reflexión

Cuando un haz de luz llega a la superficie de separación entre dos medios, parte de la luz se transmite, parte se absorbe y el resto es reflejado. La superficie lisa de un fragmento de vidrio o de metal pulimentado refleja la luz en una dirección particular. Esto se denomina reflexión especular. A veces la reflexión es difusa, y la luz reflejada se propaga en todas direcciones. Ello ocurre cuando la luz choca con una superficie como una hoja de papel o una pared pintada, que tienen irregularidades orientadas aleatoriamente y que son grandes en comparación con una longitud de onda. Cada sección lisa de tal superficie produce una reflexión especular, pero debido a las diversas orientaciones de estas secciones, el rayo reflejado totalmente no tiene una dirección única. (*Kane, 2000*).

2.6 Sistema óptico

Definiremos un sistema óptico como todo conjunto de superficies, que separan medios con distintos índices de refracción.

Un sistema óptico se define como centrado cuando está formado íntegramente por superficies esféricas con los centros alineados. La recta que une los centros se llama eje de colimación o eje principal del sistema. Un sistema óptico se define de revolución cuando las superficies de separación son de revolución en torno a un eje. Una superficie de un sistema óptico se define como refractante si permite el paso de energía luminosa que incide sobre ella; cuando la energía luminosa es reflejada, la superficie se llama reflejante. Atendiendo a estas posibilidades, los sistemas ópticos se pueden clasificar así:

- Dióptrico: si todas sus superficies son refractantes (ojo)
- Catóptricos: si está formado solo por superficies reflejantes (espejos).
- Catadióptricos: si posee superficies refractantes y reflejantes (aparatos)

(*Rodríguez, 1997*).

2.7 Calidad óptica de la imagen retiniana

El ojo es un sistema dióptrico porque en él se produce la refracción de la luz que posteriormente es enfocada a la retina. La imagen de la retina formada por el sistema óptico del ojo no es perfecta, porque el ojo sufre aberraciones y errores de descentramiento. Aunque el ojo no es en modo alguno un instrumento óptico perfecto, su potencial de acomodación, campo de visión, adaptación, movilidad y resolución lo hacen único. *(Puell 2006)*.

Para que el sistema dióptrico ocular proyecte una imagen precisa sobre la retina, y proporcione una buena calidad de visión, tiene que reunir dos condiciones;

1. Los medios refringentes tienen que ser completamente transparentes.
2. La refracción del sistema será tal que la imagen sea correcta y que se forme en la retina.

Cuando estas dos condiciones no se cumplen se originan los defectos de refracción, acomodación o pérdida de la calidad visual óptica. *(Caviedes 1991)*.

2.8 Medios refringentes que intervienen en la calidad de la imagen retiniana

2.8.1 Película lagrimal

Es una capa delgada que puede permanecer en sentido vertical sin flujo gravitacional apreciable. La película lagrimal está compuesta por tres capas:

1. Capa externa o superficial lipídica es la superficie de contacto aire-lágrima que se forma sobre la parte acuosa de la película lagrimal a partir de las secreciones oleosas de las glándulas de Meibomio y las glándulas sebáceas accesorias de Zeiss y de Moll.
2. Capa intermedia de la película lagrimal es la fase acuosa, que es secretada por la glándula lagrimal principal y sus glándulas accesorias llamadas Krause y Wolfring.

3. Capa interna de la película lagrimal es una delgada capa mucoide elaborada por células caliciformes de la conjuntiva y también por las criptas de Henle y las glándulas de Manz. (Murube, 2008).

Esta última capa impide la evaporación de la lágrima, manteniendo una película lagrimal estable sobre la superficie ocular. Además, la lágrima presenta un contenido de proteínas, enzimas e inmunoglobulinas, sustancias fundamentales ante determinadas enfermedades e infecciones que sufren los ojos cuando disminuyen estos componentes en la lágrima ("están propensos a enfermarse o infectarse con facilidad"). (Bermejo).

La agudeza visual e integridad del epitelio exigen la presencia de una película lagrimal continua sobre la superficie ocular expuesta, que además favorece al parpadeo. La película lagrimal cumple tres funciones:

1. Función óptica porque mantiene una superficie corneal ópticamente uniforme.
2. Función mecánica con el lavado de restos celulares, sustancias extrañas de la cornea y el saco conjuntival, lubricación de la superficie.
3. Función nutricia para la córnea y una función antibacteriana. La composición de la lágrima debe mantenerse dentro de límites cuantitativos y cualitativos bastante estrechos para preservar la integridad y el funcionamiento correcto del sistema visual. (Bermejo).

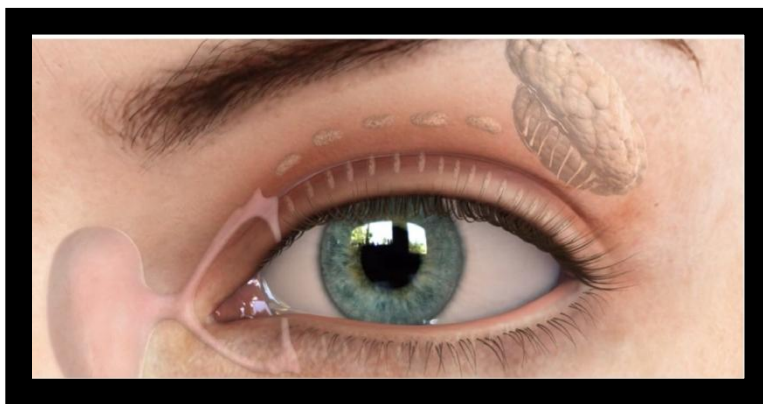


Figura 4. Lágrima y sus glándulas. Tomado de programa Rendia Intevisa (2019).

2.8.2 Cornea

Es el tejido anterior transparente y avascular del ojo, que se asemeja al cristal de un reloj. Sus diámetros son de 12mm en sentido horizontal y de 11mm en el meridiano vertical. El espesor varia, a nivel central es más delgada, alrededor de 520 micras (0.52mm), y cerca de 1mm adyacente a la esclera. El poder de refracción de la córnea es de aproximadamente 43 dioptrías. (*Landeo, 2000*).

La cornea consta de 5 capas: el epitelio, la membrana de Bowman, el estroma, la membrana de Descemet y el endotelio.

1. La superficie de células más externas está aumentada por micropliegues y microvellosidades que facilitan la absorción de mucina. Después de un tiempo de vida de algunos días las células superficiales se desprenden a la película de la lágrima. Debido a su excelente capacidad de regeneración el epitelio no se escarifica.

2. La capa de Bowman es una capa superficial acelular de la estroma que cicatriza cuando se daña.

3. La Estroma ocupa alrededor del 90% del grosor de la córnea. Está compuesta principalmente por capas de fibrillas de colágeno orientas de forma regular cuya separación es mantenida por una sustancia fundamental de proteoglicanos (condroitinsulfato y queratán sulfato) confibrolastos modificados (queratocitos) intercalados entre sus capas.

4. La membrana de descemet está compuesta por un fino enrejado de fibrillas de colágeno. Consta de una zona estriada anterior que se desarrolla en el útero y otra zona no estriada posterior que se establece a lo largo de la vida sobre el endotelio.

5. El endotelio consta de una única capa de células hexagonales desempeña un papel vital en el mantenimiento hídrico de la córnea pero no se puede regenerarse con la edad

en el número de células endoteliales descienden gradualmente por lo que las células vecinas han de aumentar de tamaño para llenar el espacio. *(Kanski, 2006)*

2.8.3 Humor acuoso

La cámara anterior es la cavidad situada detrás de la córnea y delante del iris y del cristalino. Esta rellena de un líquido incoloro cuyo contenido de agua es del 98%, por lo que se denomina humor acuoso, y, a diferencia de los otros medios ópticos que componen el ojo, presenta un índice de refracción perfectamente definido en toda su extensión, siendo por ello un medio homogéneo. La profundidad de la cámara anterior medida a los largo del eje óptico, está determinada por la distancia desde el vértice de la cara posterior de la córnea hasta el polo anterior del cristalino, pero a veces también se incluye en esta medida el espesor corneal. Sus valores están entre 3mm y 4,5mm aceptándose un valor medio de 3,6mm.

La potencia del sistema óptico ocular está ligeramente afectada por la profundidad de la cámara anterior, de tal manera que, si todos los demás elementos no cambian, una disminución de 1mm en la profundidad de la cámara anterior incrementaría la potencia total del ojo aproximadamente 1,4 dioptrías, y un aumento de la profundidad disminuiría proporcionalmente la potencia dióptrica ocular. *(Puell, 2006,p.19)*.

2.8.4 Cristalino

El cristalino es una lente elástica que cambia de forma para enfocar la luz en la retina. La pérdida de transparencia u opacificación del cristalino ocasiona visión borrosa, por lo que se le conoce como catarata. La pupila es un espacio virtual u orificio ajustable que se encuentra en el centro del iris, y reacciona cambiando su tamaño dependiendo de la luz del medio ambiente.

El cristalino puede refractar la luz, ya que su índice de refracción, normalmente es de 1,4 dioptrías en el centro y de 1,36 dioptrías en la periferia, difiere de los índices del humor acuoso y del cuerpo vítreo que lo rodean. Sin acomodación, el cristalino aporta unas 15-20 dioptrías (D) a la potencia refractiva convergente del ojo humano medio,

que es de unas 60 D. Las 40 D restantes de potencia refractiva convergente corresponden a las interfaces entre el aire y la córnea. (Gayá, 2013).

El cristalino es una estructura transparente biconvexa que cumple estas funciones:

- Mantener su propia transparencia
- Refractar la luz
- Proporcionar acomodación

El cristalino no dispone de irrigación sanguínea ni de inervación después del desarrollo fetal, y dependiente totalmente del humor acuoso para cubrir su requerimiento metabólico y eliminar los desechos. Situado detrás del iris y delante del cuerpo vítreo, el cristalino se encuentra suspendido por las zónulas de Zinn, unas fibras delgadas, pero fuertes, que lo sujetan y anclan al cuerpo ciliar. El cristalino está formado por la cápsula, el epitelio, la corteza y el núcleo. (Gayá, 2013).

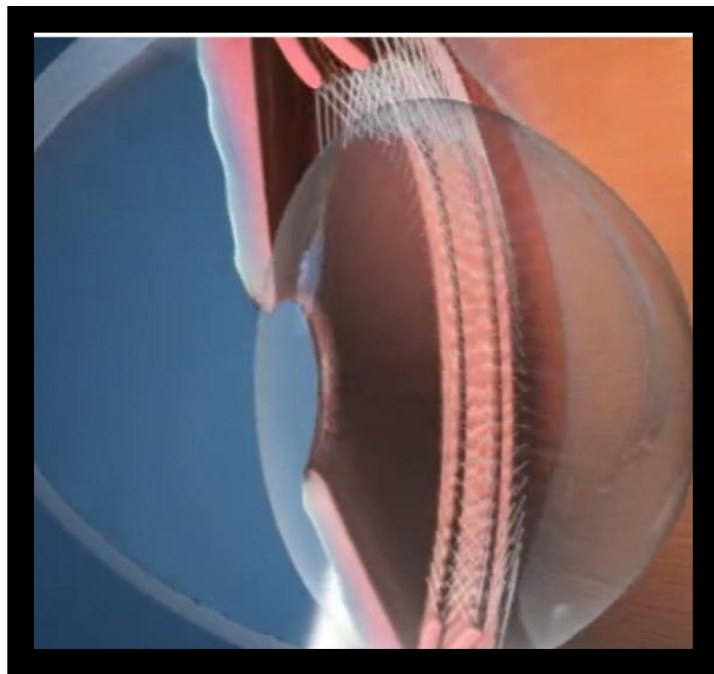


Figura 5. Cristalino. Tomado de programa Rendia Intevisa (2019).

2.8.5 Humor vítreo

El humor vítreo está compuesto por una sustancia gelatinosa transparente que llena la cámara vítrea. Este actúa como un “amortiguador” que protege la frágil retina durante los movimientos oculares rápidos y contribuye a mantener la forma del ojo. Casi el 99% consiste en agua, pero contiene proteínas solubles, y hialuronano, glucoproteínas, fibras colágenas muy dispersas y vestigios de otras proteínas insolubles. El componente líquido del cuerpo vítreo se denomina humor vítreo. (Ross, 2007).

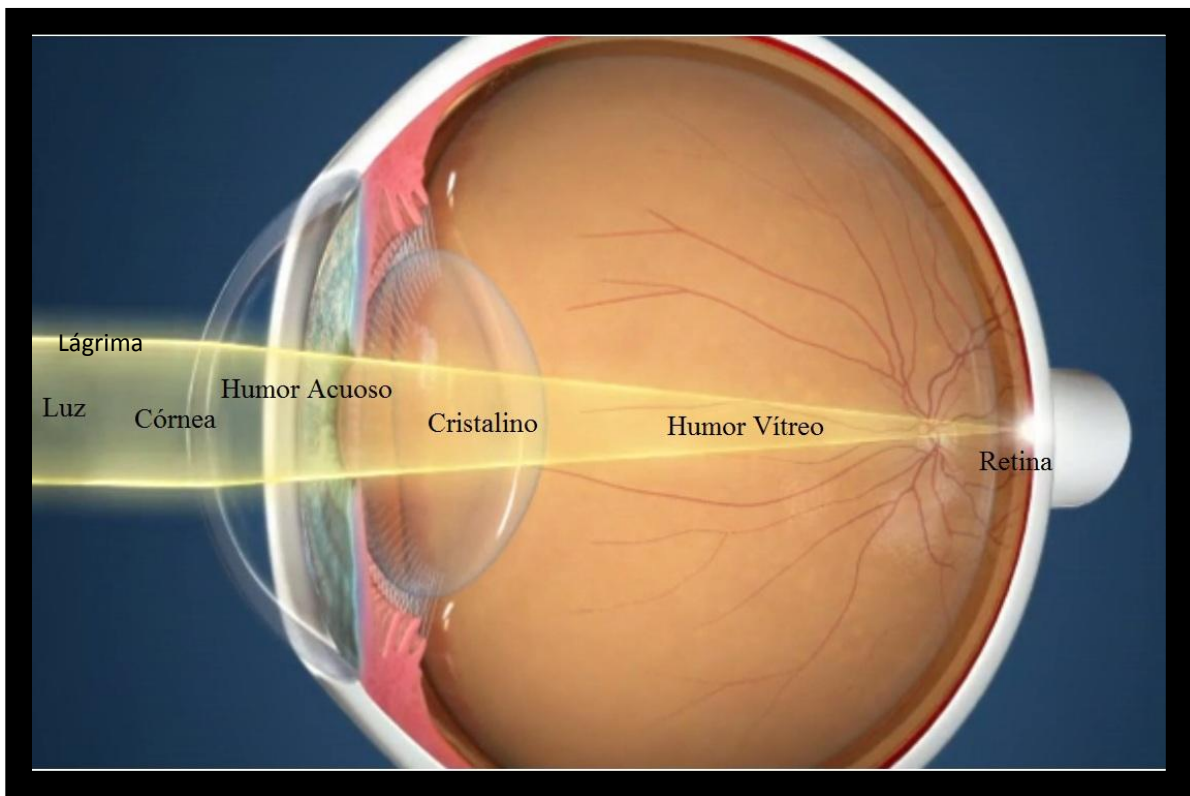


Figura 6. Medios refringentes oculares. Tomado de programa Rendia Intevisa (2019).

2.9 Defectos ópticos

Cuando la luz proveniente del infinito incide e ingresa al ojo, pasando por todos los medios refringentes del ojo (refracción) hasta enfocarse en la parte más importante de la retina "fóvea" como se observa en la figura 5. En estado de mínima acomodación, se le denomina ojo emétrepe o normal. Un ojo emétrepe, en ausencia de patología, tiene una excelente agudeza visual (AV) en visión lejana y en visión cercana, si la amplitud

de acomodación es suficiente. Cuando la luz no se enfoca en la fovea, se le denomina defecto refractivo, ametropía o anormal. Las ametropías monoculares pueden dividirse en dos grandes grupos: las ametropías esféricas (miopía e hipermetropía) y el astigmatismo. (Montes 2011).

2.9.1 Miopía

Es el estado refractivo de un ojo que tiene una potencia refractiva excesiva para su longitud axial o bien una longitud axial excesiva para su potencia refractiva lo que ocasiona visión borrosa lejana. En un ojo miope el foco-imagen se encuentra por delante de la retina y su punto remoto es real, encontrándose por delante del ojo como se observa en la figura 7. (Furlan 2009).

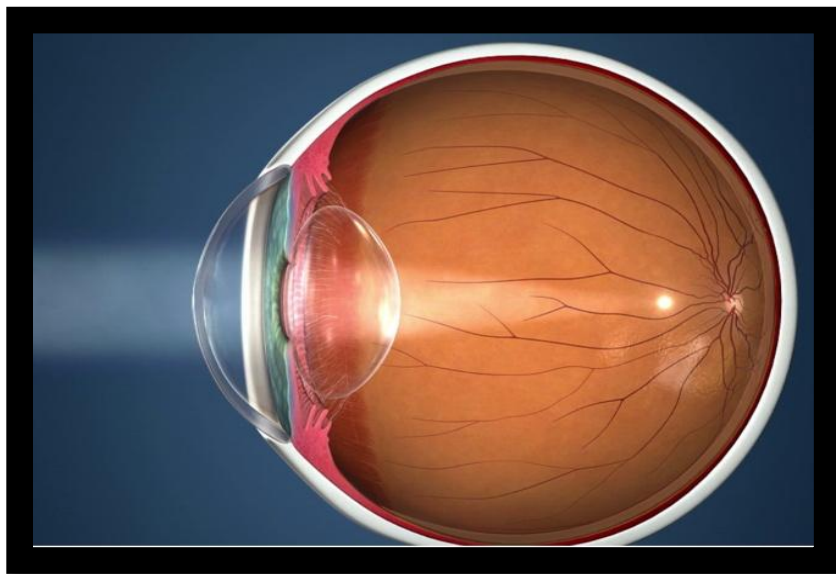


Figura 7. Miopía. Tomado de programa Rendia Intevisa (2019).

2.9.2 Hipermetropía

Es el estado refractivo de un ojo que tiene una potencia refractiva disminuida para su longitud axial o bien una longitud axial corta para su potencia refractiva. En un ojo hipermétrope el foco imagen se encuentra por detrás de la retina y su punto remoto es virtual, encontrándose por detrás de la retina como se observa en la figura 8. Las personas que presentan hipermetropía lo experimentan en formas diferentes, algunas personas pueden no experimentar ningún problema con su visión, especialmente si son

jóvenes. Y otras con hipermetropía alta pueden presentar visión borrosa a cualquier distancia, ya sea cercana o lejana. (Furlan 2009).

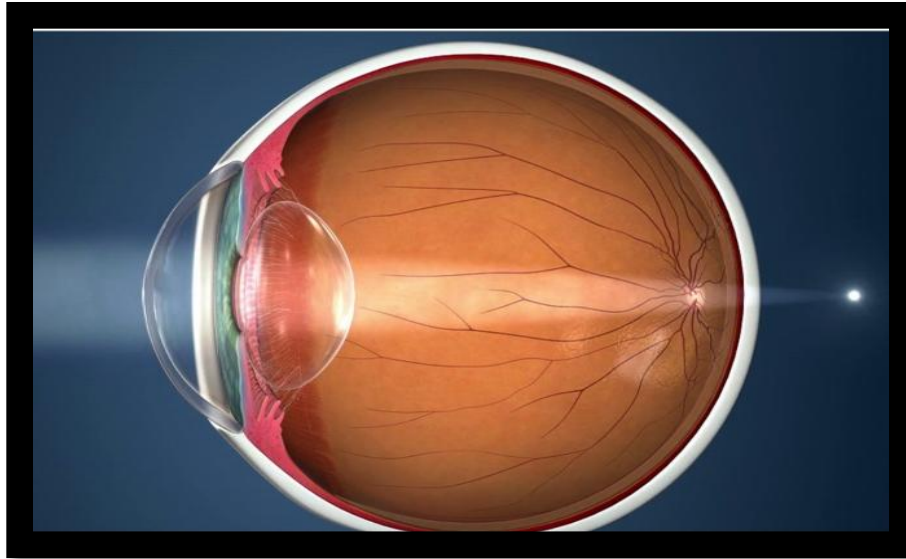


Figura 8. Hipermetropía. Tomado de programa Rendia Intevisa (2019).

2.9.3 Astigmatismo

Es el refractivo de un ojo que tiene dos potencias dióptricas diferentes. Por este motivo, un ojo astigmático tiene dos focos-imagen en lugar de uno como lo tiene una ametropía esférica (miopía e hipermetropía). (Furlan 2009).

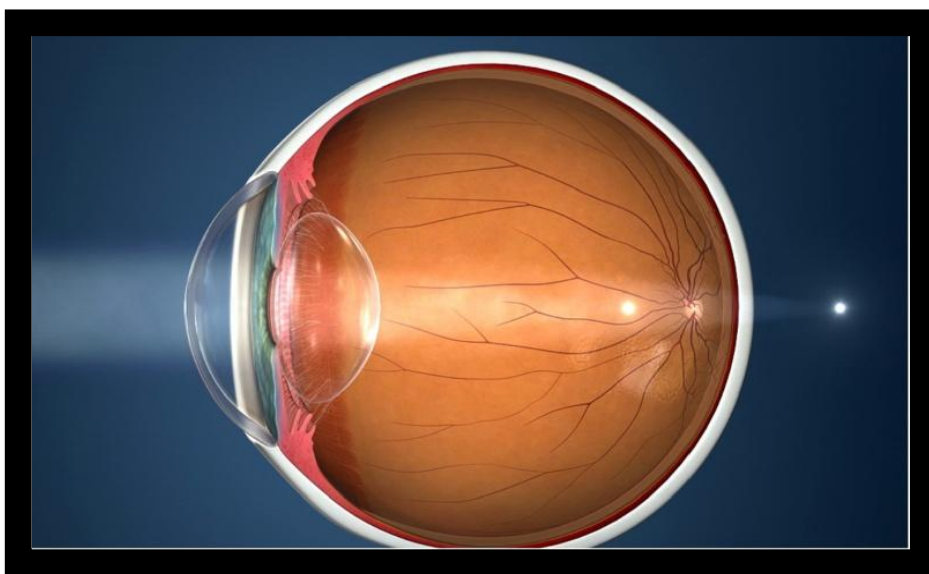


Figura 9. Astigmatismo. Tomado de programa Rendia Intevisa (2019).

2.10 Cataratas

La catarata es la opacificación del cristalino. Clínicamente, la catarata consiste en una disminución progresiva de la agudeza visual, fotofobia, deslumbramiento, cambios refractivos, visión doble monocular, distorsión visual y percepción alterada de los colores. *Baladrón. (1,997).*

2.10.1 Partes del cristalino

2.10.1.1 Cápsula del cristalino

Es una membrana basal transparente y elástica, compuesta por colágena del tipo IV, depósito por las células epiteliales. Rodea al parénquima del cristalino y se moldea durante los cambios de la acomodación. La capa externa de la cápsula, o la lámina zonular, también sirven como punto de inserción para las fibras zonulares. La cápsula del cristalino es más gruesa en las zonas preecuatoriales anterior y posterior, y más delgada en la región del polo posterior central, donde puede alcanzar un espesor de tan solo 2-4um. Al nacer, la cápsula anterior del cristalino es considerablemente más gruesa que la posterior y su espesor va aumentando con el paso del tiempo. *(Gayá 2,013).*

2.10.1.2 Fibras zonulares

El cristalino está sujeto por fibras zonulares que parten de las láminas basales del epitelio no pigmentado de la pars-plana y pars-plicata del cuerpo ciliar. Estas fibras zonulares se insertan de manera continua en la región ecuatorial de la cápsula del cristalino: Por delante, 1,5mm sobre la cápsula anterior y, por detrás 1,25mm sobre la posterior. Con el envejecimiento, las fibras zonulares ecuatoriales involucionan dejando unas capas anteriores y posteriores separadas, que adoptan una forma triangular en corte transversal del anillo zonular. El diámetro de las fibras es de 5 a 30um; el microscopio óptico revela que se le trata la estructura eosinofila con una reacción de ácido periódico de Schiff (PAS) positiva. La ultraestructura de las fibras consta de fibras de 8 a 10 nm de diámetro con bandas de 12-14nm. *(Gayá 2,013).*

2.10.1.3 Epitelio del cristalino

Inmediatamente detrás de la cápsula anterior se encuentra una capa única de células Epiteliales, metabólicamente activas, que llevan a cabo todas las actividades normales de una célula, como la biosíntesis de ácido desoxirribonucleico (ADN), ácido ribonucleico (ARN), proteínas y lípidos, entre otras; además producen trifosfato de adenosina para satisfacer la demanda energética del cristalino. (...)

Quizás el cambio morfológico más llamativo se produzca cuando las células epiteliales se alargan para formar las fibras lenticulares. Esta modificación se acompaña de un gran incremento de la masa de proteínas celulares en las membranas de cada célula fibrosa. Al mismo tiempo, las células pierden sus organelas, como núcleos celulares, mitocondrias y ribosomas. La pérdida de estas ofrece ventajas ópticas, ya que la luz que atraviesa el cristalino deja de ser absorbida por estas estructuras. (Gayá 2,013).

2.10.1.4 Núcleo y corteza

Del cristalino no desaparece ninguna célula; según se van depositando las nuevas fibras, se aglomeran y compactan las ya formadas, de forma que las capas más antiguas ocupan la zona central (núcleo del cristalino). Las células más viejas, los núcleos embrionarios y fetales del cristalino, se producen en la vida embrionaria y persisten en el centro del cristalino. Las fibras más externas son las más recientes, y componen la corteza del cristalino. (Gayá2,013).

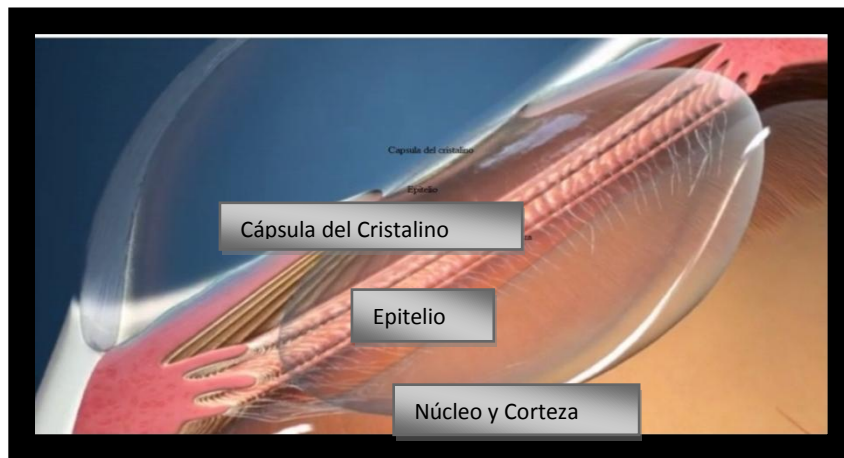


Figura 10. Partes del cristalino. Tomado de programa Rendia Intevisa.

2.10.5 Causas de formación de catarata

2.10.5.1 Metabolismo de la glucosa

El cristalino humano posee una concentración de proteínas del 33% de su peso húmedo que representa, como mínimo, el doble de la mayoría de los demás tejidos. Las proteínas lenticulares suelen agruparse en dos categorías según su solubilidad en el agua. La fracción hidrosoluble del cristalino joven da cuenta del 80% de las proteínas lenticulares y se compone sobre todo de un grupo de proteínas llamadas cristalinas. El objetivo del metabolismo lenticular es preservar la transparencia. La producción energética del cristalino depende principalmente del metabolismo de la glucosa, que entra en el cristalino a partir del humor acuoso, tanto mediante difusión simple como a través de una transferencia denominada *difusión facilitada*.

Quizás el aspecto fundamental en la fisiología del cristalino sea el mecanismo que controla el equilibrio hidroelectrolítico, el cual resulta determinante para el mantenimiento de la transparencia. Como esta depende sobremanera de los componentes estructurales y macromoleculares del cristalino, la perturbación de la hidratación celular puede llevar de inmediato a la opacificación. Hay que destacar que la alteración del equilibrio hidroelectrolítico no representa un rasgo de las cataratas nucleares, si bien las cataratas corticales aumentan significativamente el contenido de agua. (*American Academy of Ophthalmology, 2012*).

2.10.5.2 Daño oxidativo y mecanismos protectores

En el curso de las actividades metabólicas normales de las células se generan radicales libres, aunque también pueden producirlos agentes externos como la energía radiante. Estos radiales libres, extraordinariamente reactivos, dañan a veces las fibras del cristalino. Se ha propuesto que la peroxidación del citoplasma de las fibras del cristalino o de los lípidos de la membrana citoplasmática de estas fibras contribuye a la opacificación lenticular. (*American Academy of Ophthalmology, 2012*).

2.10.5.3 Catarata relacionada con la edad

Con el paso del tiempo las proteínas del cristalino se agregan formando partículas muy grandes que dejan de ser hidrosolubles y dispersan la luz, aumentando de este modo la opacidad del cristalino. Sin embargo, hay que advertir que la fracción proteínica no hidrosoluble se eleva con el tiempo aun cuando el cristalino conserva una transparencia relativa. Al parecer, la transformación de las proteínas hidrosolubles en proteínas no hidrosolubles es un proceso natural de maduración de las fibras del cristalino que podrían producirse en exceso en los cristalinos cataratosos. (*American Academy of Ophthalmology, 2012*).

2.10.6 Tipos de catarata por ubicación

2.10.6.1 Catarata nuclear

En la **catarata nuclear** la dispersión de la luz, se debe a la presencia de acúmulos proteínicos de alto peso molecular. En la **catarata senil-cortical y sub-capsular**, la dispersión de la luz se debe a la acumulación interfibrilar de bolsas de líquido pobre en proteínas, es decir, a una hiper-hidratación de la corteza, lo que conduce a discrepancias grandes de índice de refracción de los espacios extra celular e intracelular y, por tanto, dispersión de la luz. *Baladrón. (1,997)*.

Algún grado de esclerosis nuclear y coloración amarillenta es normal en pacientes adultos después de los 50 años. En general esta condición interfiere solo mínimamente con la función visual. Una cantidad excesiva de la dispersión de la luz y coloración amarillenta se denomina catarata nuclear, lo que causa una opacidad central. (...) Las cataratas nucleares pueden causar un mayor deterioro de la visión a lejana que de la visión de cercana en las primeras etapas. Endurecimiento progresivo del núcleo de la lente a menudo provoca un aumento en el índice de refracción de la lente y, por lo tanto un cambio miópico en la refracción (miopía lenticular). (*American Academy of Ophthalmology, 2009*).

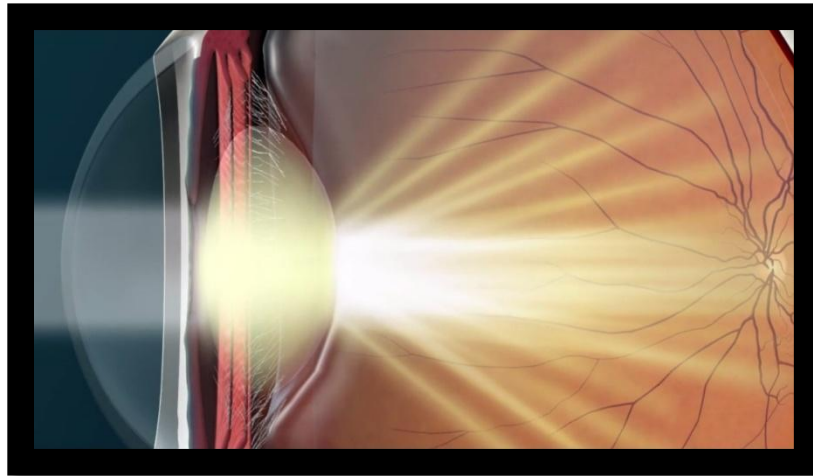


Figura 11. Catarata nuclear Tomado de programa Rendia Intevisa (2019).

2.10.6.2 Catarata cortical

Las cataratas corticales suelen ser bilaterales pero a menudo son asimétricas. Su efecto en la función visual varía mucho, dependiendo de la ubicación de la opacificación del cristalino en relación con el eje visual. Un síntoma común de las cataratas corticales es el deslumbramiento de las fuentes de luz focal intensa, como los faros de los automóviles. También puede resultar diplopía monocular. Los primeros signos de formación de cataratas cortical visible con el biomicroscopio de la lámpara de hendidura son las vacuolas y las fisuras de agua en la corteza anterior o posterior. (*American Academy of Ophthalmology, 2013*).

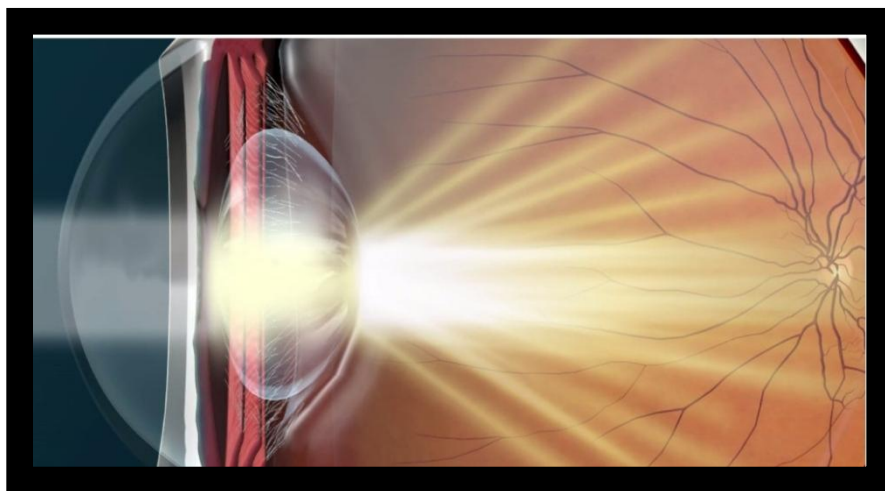


Figura 12. Catarata cortical. Tomado de programa Rendia Intevisa (2019).

2.10.6.3 Catarata Sub-capsular posterior

Las cataratas sub-capsulares posteriores (CSP) a menudo se observan en pacientes más jóvenes que los que presentan cataratas nucleares o corticales. Las CSP se localizan en la capa cortical posterior y suelen ser axiales. La primera indicación de formación de CSP es un brillo iridiscente sutil en las capas corticales posteriores visible con la lámpara de hendidura. En etapas posteriores aparece una corteza sub-capsular posterior similar a una capa granular. El paciente a menudo se queja de deslumbramiento y visión deficiente en condiciones de luz brillante. La visión de cerca tiende a reducirse más que la visión a distancia; algunos pacientes experimentan diplopía monocular.

La detección con lámpara de hendidura de CSP se puede lograr mejor a través de una pupila dilatada. La retro iluminación también es útil. Como se indicó anteriormente, las CSP son uno de los principales tipos de catarata relacionadas con el envejecimiento. Sin embargo. También pueden ocurrir como resultado de un trauma; inflamación sistémica, tópica o intraocular por uso de corticosteroides; exposición a radiaciones ionizantes y al alcoholismo. Histológicamente, la CSP se asocia con la migración posterior de las células epiteliales de la lente al eje visual en la superficie interna de la capsula posterior. Durante su migración hacia o después de su llegada al eje posterior, las células experimentan un agrandamiento aberrante. (*American Academy of Ophthalmology, 2013*).

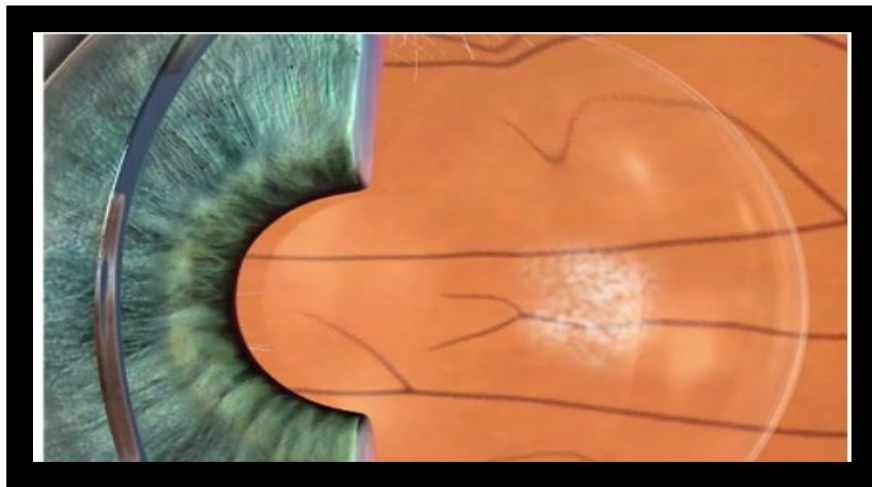


Figura 13. Catarata subcapsular posterior. Tomado de programa Rendia Intevisa.

2.11 Tipos de examen para detección de catarata

2.11.1 Análisis de deslumbramiento

Cuando una persona está expuesta a grandes diferencias de luz al mismo tiempo, por ejemplo; conduciendo de noche, la fuente de luz brillante se difunde por el cristalino y forma un velo luminoso sobre la retina. Esto hace que se reduzca el contraste sobre la imagen que se encuentra en el fondo, es decir que se produce el deslumbramiento.

A pesar de estar presente y ser una causa de limitación en pacientes con catarata, esta no es considerada como medida prioritaria, puesto que es un síntoma que también esta presenta en pacientes sin catarata y en otras patologías que opacifican los medios oculares, como edema corneal.

La evaluación del deslumbramiento no cuenta hasta ahora con un método único, estandarizado para realizar su medición en la práctica diaria. Igualmente se ha descrito poca consistencia en la asociación entre la limitación visual y la presencia de deslumbramiento. Debido a las razones anteriores, esta medida clínica de función visual no fue evaluada en este estudio. (*Acosta, 2016*).

2.11.2 Densitometría del cristalino

Beneyto (2007) presenta en su artículo. La cámara de Scheimpflug es un sistema de diagnóstico no invasivo diseñado para el análisis del segmento anterior ocular. Las imágenes obtenidas se basan en un sistema de medida que utiliza luz azul (libre de UV) que incide sobre el ojo en forma de hendidura, una cámara que recoge imágenes y un sistema computarizado de análisis (50 imágenes con 25.000 puntos de elevación generados en menos de 2 segundos). El proceso de medición rotatorio se muestra en 3 dimensiones del segmento anterior del ojo y permite medir la densidad del cristalino en cualquiera de sus puntos en las tres dimensiones espaciales, pero es necesaria la dilatación pupilar para esta prueba, por lo que no se utilizó en este trabajo de tesis.

2.11.3 Retinoscopía

La retinoscopía es considerada por muchos autores como la técnica más importante de refracción objetiva. Esta técnica, también conocida como esquiascopía (del griego scia; sombra, scopía; mirar, examinar), consiste en proyectar un haz de luz sobre el ojo a examinar y observar la luz que emerge por la pupila, reflejando la transparencia de sus medios refringentes hasta la retina. (*Furlan, 2,000*).

Un retinoscopio es sencillamente un sistema de iluminación formado por una lámpara halógena, una lente de proyección y un elemento reflector dispuesto de manera que el observador, situando su ojo detrás en la lente del instrumento pueda ver los reflejos que provienen de la retina del ojo examinado. Durante el examen, el retinoscopio se mueve de manera que el haz de iluminación realiza un barrido de la pupila del sujeto a lo largo de un meridiano. Puesto que la dirección y la velocidad de reflejo observado a una cierta distancia, depende de la ametropía del ojo, son estos los parámetros que el observador utiliza para estimar el valor de la refracción ocular. (*Furlan, 2,000*).

2.11.4 Agudeza visual

La agudeza visual (A.V.) es la capacidad del ojo para percibir objetos con una alta luminosidad y alto contraste. Nos referimos al mínimo visible como el objeto más pequeño que se puede diferenciar, y, al mínimo separable como el poder para discernir la más pequeña interrupción entre dos objetos. (*Caviedes, 1991*).

Para medir la A.V. se utilizan los optotipos que pueden representar letras, cifras o imágenes de diferentes tamaños, de acuerdo con una escala decimal, que pueden ver a una distancia fija. Existen optotipos para visión lejana y para visión próxima (30 cm). Es importante que siempre que hagamos una medida de la A.V. lo hagamos en las mismas condiciones (iluminación, ambiental, distancia, etc.) ya que el grado de A.V. se puede ver influenciado por un contraste diferente de la imagen respecto al fondo en que están impresos o proyectados los optotipos o bien por la duración, intensidad y longitud de onda de la iluminación. (*Caviedes, 1991*).

2.11.5 Agudeza visual con Pínhole

Es el agujero situado en el centro de una lente negra u opaca que se puede colocar en una montura de prueba. Se utiliza posterior a la medida de la agudeza visual sin corrección refractiva. Si la agudeza visual mejora con el agujero estenopeico o Pínhole se puede asegurar que el ojo tiene un defecto de refracción, que puede estar asociado o no asociado a una patología ocular. Si en caso contrario, la agudeza visual no mejora, es debido a que no existe un defecto de refracción por lo que es un indicativo de una patología ocular. *(Caviedes, 1991)*.

2.11.6 Agudeza visual con sensibilidad al contraste

La sensibilidad al contraste es la cantidad mínima de contraste necesaria para distinguir un objeto de prueba o identificar un objeto en condiciones de luminosidad intermedia y baja. La prueba es capaz de detectar disfunciones visuales muy precoces, incluso cuando la AV (agudeza visual) de Snellen es normal.

El panel de sensibilidad de contraste de Pelli-Robson, se visualiza a un metro, y consiste en una fila de letras del mismo tamaño, pero con un contraste decreciente de 0,15 unidades logarítmicas para cada grupo de letras. *(Kanski, 2009)*.

2.11.7 Lámpara de hendidura

El examen con lámpara de hendidura permite estudiar con detalle los párpados, la conjuntiva, el polo anterior del ojo (córnea, iris, cámara anterior y cristalino) y también, con el uso de lentes, el vítreo y la retina. La lámpara de hendidura consta de un sistema microscópico binocular que se focaliza en el mismo punto que el sistema de iluminación. La luz que llega al ojo se puede regular en su amplitud de forma que la podemos reducir a una hendidura que no permite obtener un corte óptico de los tejidos oculares transparentes. A su vez, el sistema de iluminación va montado en un eje que permite variar el ángulo incidente de la luz sobre los tejidos oculares. *(Caviedes, 1991)*.

- En la conjuntiva es posible observar cualquier alteración, como cambios de color, cicatrices, etc e incluso hacer un estudio de la película lagrimal.
- En la córnea se puede estudiar todas sus capas y localizar, en profundidad, el asiento exacto de una lesión. La integridad del epitelio corneal se estudia instilando colorantes en el fondo del saco conjuntival (fluoresceína, rosa de bengala), que tiñen, selectivamente, las zonas deficitarias.
- En la cámara anterior, ópticamente vacía en condiciones normales, podemos observar el “fenómeno de Tyndall” en casos de iridociclitis.
- En el iris podemos ver su superficie anterior y los cambios que pueden asentar en ella (color, atrofia, vasos, etc.)
- Para el detallado del cristalino es conveniente dilatar la pupila y mediante un corte óptico podremos localizar el asiento de las opacidades.
- Con la lente de 3 espejos de Goldman podemos estudiar el vítreo y la retina. *(Caviedes, 1991).*

2.11.8 Medición de índice de dispersión objetiva

El Acutarget HD Analyzer, es un sistema óptico de doble paso que puede medir el efecto combinado de las aberraciones de orden superior y la pérdida de la transparencia ocular principalmente la del cristalino, mediante la determinación de la calidad de imagen retiniana. Este sistema se basa en el principio de la llamada aberrometría de doble paso. Utiliza un sensor especialmente sensible para analizar directamente la imagen de la reflexión retiniana. Es un haz infrarrojo monocromático de 4µm (dioláser de 780nm) Transmitido a través de los medios oculares reflejados en la fovea y luego de regreso (doble paso). *(Fox 2015).*

Este sistema calcula la distorsión espacial del punto de luz proyectado al cruzar los medios oculares. Este haz se puede proyectar en varias vergencias para realizar una serie de mediciones correspondientes a la imagen de un punto ubicado a diferentes distancias. El sistema deduce el nivel de difusión ocular como OSI y predice la sensibilidad de contraste relacionada (como fusión de transferencia de modulación) y la agudeza visual máxima teórica para objetos con el 100%, 50% y 9% de contraste.

La función de dispersión es la representación de la imagen proyectada en la retina desde la fuente de luz puntual y se obtiene a partir de la medida de seis mediciones individuales. (Fox 2015).

2.11.8.1 Funcionalidad

Su principal función es detección y clasificación de catarata, la pérdida de transparencia lenticular genera principalmente una pérdida de la calidad de la visión que involucra síntomas de severidad variable, que incluye la pérdida de sensibilidad al contraste y el deslumbramiento. Estos son el resultado de la dispersión de la luz y pueden presentarse con poca o ninguna pérdida en la agudeza visual.

La evaluación actual de cataratas está limitada a la cuantificación de la agudeza visual y el impacto en el estilo de vida. El índice de función visual es un cuestionario estandarizado y validado que evalúa el territorio del funcionamiento de la vida diaria en pacientes con cataratas. Permite la evaluación funcional de la discapacidad visual cuando se mantiene la agudeza visual, especialmente en casos de cataratas tempranas. El exceso de difusión de la luz causa un resplandor significativo, lo que afecta la vida diaria de los pacientes, como la conducción y la lectura. (Fox 2015).

2.11.8.2 Interpretación

El OSI o índice de dispersión objetiva es un parámetro que permite la evaluación objetiva de la luz difusa intraocular. La calidad visual se calcula de la evaluación de la cantidad de luz que hay en la parte exterior de la imagen de doble paso del paciente, con respecto a la cantidad de luz de la zona central de la misma. De acuerdo con esto, cuanto mayor sea el valor OSI, mayor será el nivel de luz difusa por ende mayor opacificación del cristalino obteniendo así una disminución de la calidad de la imagen retiniana. Para los ojos con un nivel de dispersión de luz normal o transparencia del cristalino, el valor OSI es de 0 a 1.4. Para los ojos en los que se está desarrollando una catarata, el valor OSI es entre 1.5 a 1.9 es catarata leve y de 2.0 a 3.9 es catarata moderada y para los ojos con catarata severa es superior a 4.0. (Fox 2015).

CAPÍTULO III

DETECCIÓN TEMPRANA DE CATARATA SIN DILATACIÓN PUPILAR POR MEDIO DE EVALUACIÓN CLÍNICA E ÍNDICE DE DISPERSIÓN OBJETIVA

3.1 Entrevista a profesionales de la salud visual

El principal objetivo de las 59 entrevistas que se realizaron a profesionales de la salud visual entre ellos Optómetras y Oftalmólogos en su gran mayoría, de la ciudad capital de Guatemala, fueron enfocadas directamente para determinar que instrumento, técnica o examen actualmente utilizan para la detección temprana de catarata. Como se puede observar en la figura 14, los profesionales de la salud visual prefieren utilizar lámpara de hendidura y agudeza visual, como herramientas principales para la detección temprana de catarata. Esta información es de vital importancia para la realización del manual de detección temprana de catarata sin dilatación pupilar.

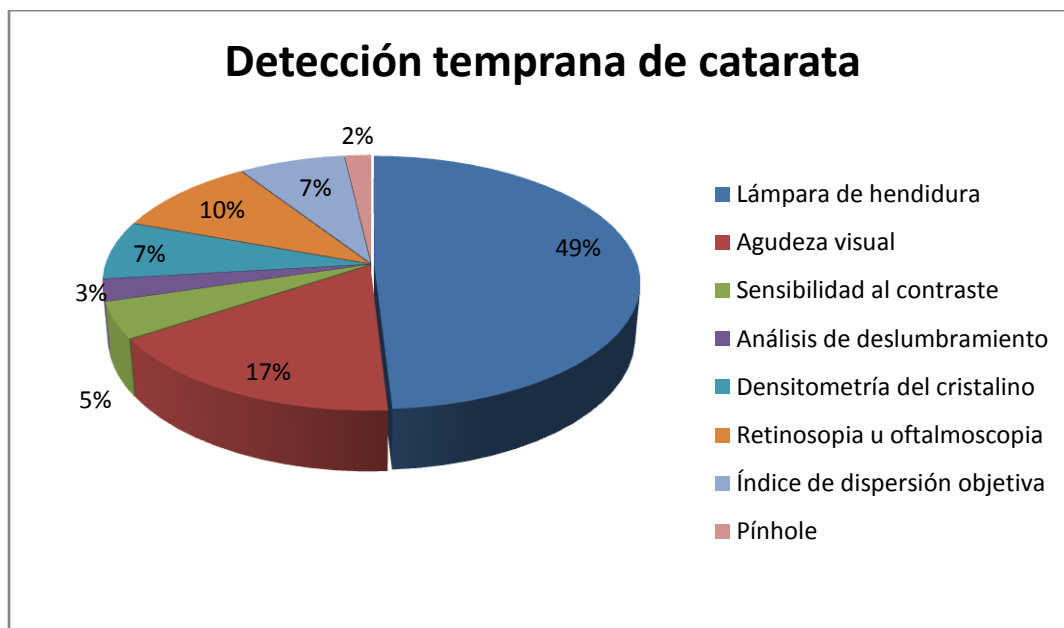


Figura14. Exámenes que actualmente utilizan para la detección temprana de catarata. Elaboración propia.

3.2 Entrevista y encuesta a cirujanos de catarata

3.2.1 Complicaciones de cirugía de catarata severa

El principal objetivo de la encuesta a 5 cirujanos oftalmólogos de catarata del Instituto Tecnológico de la Visión, Sociedad Anónima “Intevisa”, fue enfocado para determinar si existen complicaciones al operar una catarata severa. Como se puede observar en la tabla 1, el 100% de los cirujanos respondieron que efectivamente, si hay complicaciones al operar catarata severa. Las principales complicaciones que reportan son: edema corneal, tejidos más frágiles, cristalino esclerótico, difícil extracción del cristalino, debilidad zonular, ruptura de cápsula posterior, restos en cámara vítrea y edema macular.

Tabla 1

Encuesta de complicaciones en catarata severa

	Sí hay complicaciones	No hay complicaciones
	Número	Número
Si	5	-
No	-	-
No contesto	-	-
Total	5	-

Nota: Elaboración propia.

3.2.2 Beneficios o ventajas al operar catarata nivel leve o moderado

Según la encuesta realizada a 5 cirujanos de catarata es que si hay beneficios y ventajas al operar un nivel de catarata leve o moderada, como se observa en la tabla 2. Los principales beneficios son: la disminución significativa o ausencia de complicaciones, rápida recuperación post-quirúrgica, menor tiempo quirúrgico y agudeza visual mucho más predecible.

Tabla 2*Beneficios al operar catarata nivel leve o moderado*

	Si hay beneficios	No hay beneficios
	Numero	Numero
Si	5	-
No	-	-
No contesto	-	-
Total	5	-

*Nota: Elaboración propia.***3.2.3 Grado de catarata ideal para operar**

Se observa en la tabla 3 que el nivel ideal de catarata para realizar el procedimiento quirúrgico de extracción del cristalino e implante de lente intraocular, es el nivel de catarata moderado. Por lo que es importante tener un manual de procedimiento clínico y un examen de diagnóstico, como el índice de dispersión objetiva, para determinar con certeza el nivel de catarata moderado y así recomendar al paciente el momento ideal para operarse.

Tabla 3*Grado de catarata ideal para operar*

Grado de catarata	Número de cirujanos
Leve	1
Moderada	4
Severa	0
Total de cirujanos	5

Nota: Elaboración propia.

3.3 Resultados de la propuesta del manual de detección temprana de catarata sin dilatación pupilar

3.3.1 Incidencia de catarata temprana en pacientes de 50 a 60 años de edad

El total de pacientes examinados en este estudio es de 70 pacientes, en un rango que va de 50 a 60 años de edad. En la siguiente gráfica se observa que, de 70 pacientes examinados, 34 pacientes no presentaron catarata, siendo el 49%; y 36 pacientes examinados si presentaron catarata, siendo la incidencia de catarata del 51%. Este estudio indica que el porcentaje de pacientes con catarata en un rango de edad de 50 a 60 años, es alto, ya que, por cada 10 pacientes, 5 presentan catarata, por lo que es recomendable realizar la detección temprana de catarata por medio de este manual en pacientes a partir de 50 años de edad.

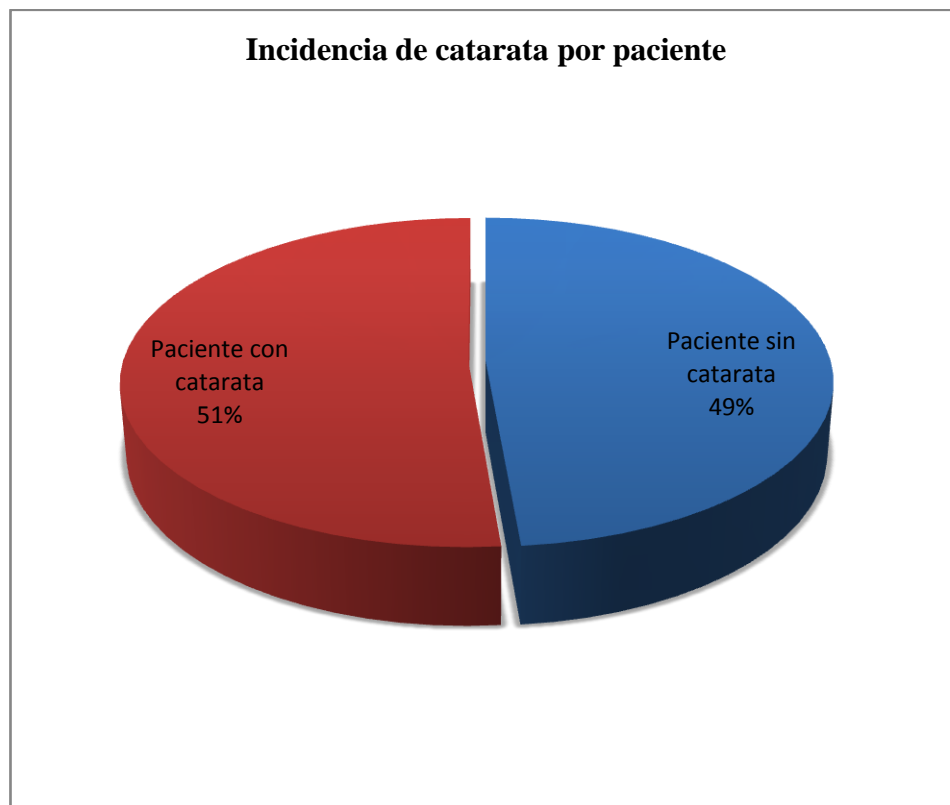


Figura 15. Incidencia de catarata por paciente. Elaboración propia.

3.3.2 Catarata monocular vs binocular

Los resultados que nos da este estudio, es que generalmente la catarata se desarrolla con mayor rapidez en un ojo o bien la catarata puede ser bilateral pero asimétrica. En la siguiente grafica podemos observar que, de los 36 pacientes examinados que sí presentaron catarata, 19 pacientes tienen catarata solo en un ojo (monocular) y 17 pacientes tienen catarata en ambos ojos (binocular).

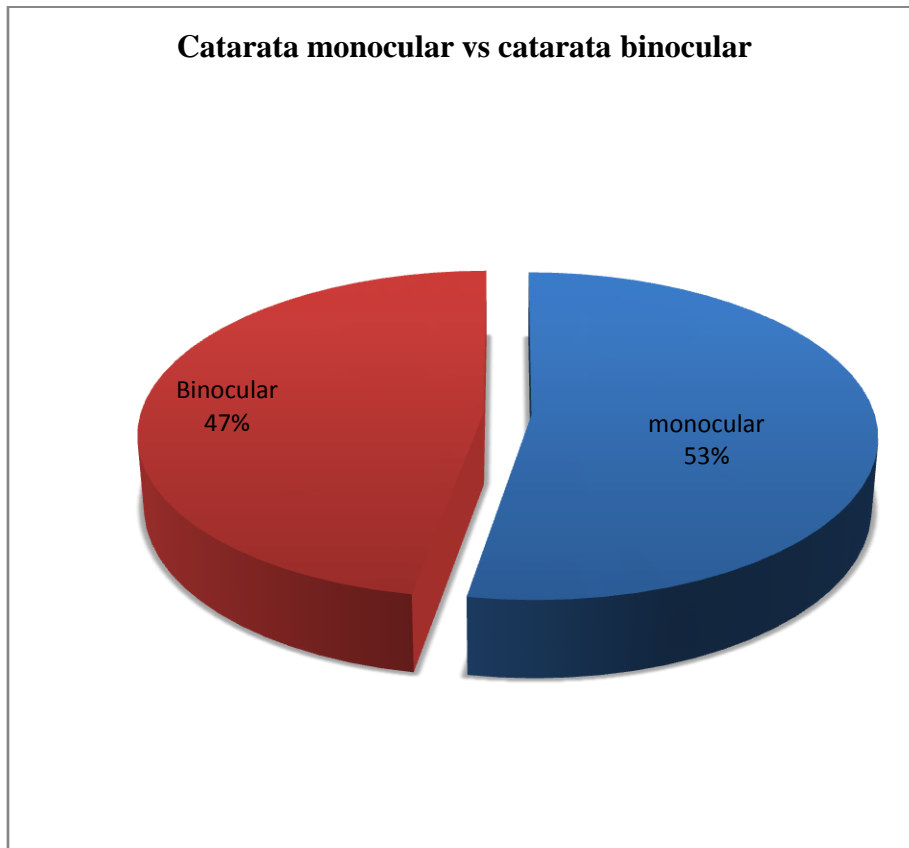


Figura 16. Catarata monocular vs catarata binocular. Elaboración propia.

3.3.3 Incidencia de catarata por grado de severidad

La siguiente gráfica muestra la clasificación de catarata por grado de severidad. La clasificación se realizó por medio del aparato Acutarged HD Analyzer, en el cual se realizó la medida de índice de dispersión objetiva "OSI", donde el grado normal o cristalino transparente es de 0 a 1.4. El grado leve o cristalino en proceso de opacificación, el cual aún no es operable, es de 1.5 a 1.9. El grado moderado o cristalino ya opaco (catarata), el cual ya es un nivel operable, es de 2.0 a 3.9. Y finalmente el grado severo o cristalino excesivamente opaco, en el cual la extracción del cristalino es necesaria, es de 4.0 en adelante.

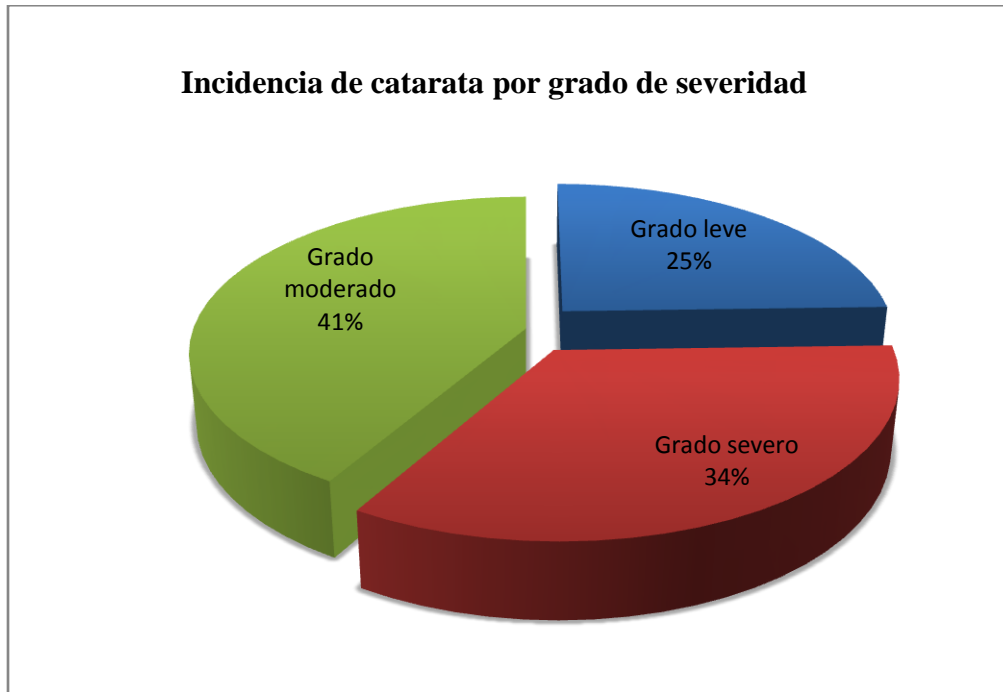


Figura 17. Incidencia de catarata por grado de severidad. Elaboración propia.

3.3.4 Correlación entre evaluación clínica e índice de dispersión objetiva "OSI" para la detección temprana de catarata sin dilatación pupilar

Como se observa, la tabla 4 está clasificada de forma monocular, con diferentes técnicas de medida de "AV" (agudeza visual); AV sin corrección, AV con Pínhole, AV con corrección, AV con sensibilidad al contraste y como estudio de diagnóstico complementario y de confirmación de catarata, índice de dispersión objetiva "OSI". La tabla se clasifico por colores, siendo el **verde** una catarata temprana o leve con un valor OSI de 1.5 a 1.9, color **naranja** para una catarata moderada con OSI de 2.0 a 3.9, y finalmente, un color **rojo** para una catarata severa con OSI superior a 4.0.

La medición de índice de dispersión objetiva "OSI" determino que el 41% de los ojos que presentaron una agudeza visual con corrección 20/20, salieron positivos en el diagnóstico de catarata desde un grado leve, moderado hasta un grado severo, como se puede observar detalladamente en la tabla 5. El 79% de los ojos que presentaron un grado de catarata desde leve hasta severo, la agudeza visual con corrección refractiva disminuyo de 1 a 2 líneas en el examen de sensibilidad al contraste.

Tabla 4

Correlación entre evaluación clínica y OSI para la detección temprana de catarata

No.	AV sin corrección	AV con Pínhole	AV con corrección	AV con sensibilidad al contraste	OSI
1	20/40	20/25	20/20	20/30	1.7
2	20/70	20/30	20/40	20/50	9.7
3	20/100	20/100	20/60	20/70	9.9
4	20/25	20/20	20/20	20/30	3.2
5	20/40	20/25	20/20	20/30	2.4
6	20/70	20/40	20/25	20/30	1.7
7	20/60	20/30	20/25	20/40	2.6
8	20/150	20/60	20/100	20/100	12.2
9	20/60	20/40	20/50	20/60	6.4
10	20/40	20/25	20/20	20/30	2.0
11	20/300	20/100	20/40	20/50	2.3
12	20/200	20/100	20/30	20/40	2.6
13	20/20	20/20	20/20	20/40	4.7
14	20/30	20/20	20/20	20/30	1.6

15	20/150	20/50	20/25	20/50	5.9
16	20/100	20/50	20/20	20/50	5.0
17	20/40	20/25	20/30	20/40	3.5
18	20/60	20/30	20/20	20/40	6.2
19	20/50	20/30	20/25	20/40	2.8
20	20/20	20/20	20/20	20/30	1.7
21	20/20	20/20	20/20	20/25	1.8
22	20/40	20/30	20/25	20/30	1.5
23	20/60	20/40	20/30	20/40	1.7
24	20/400	20/300	20-300	20-400	7.4
25	20/70	20/40	20/40	20/50	4.2
26	20/50	20/25	20/20	20/30	2.0
27	PL	PL	PL	PL	20.0
28	20/60	20/40	20/30	20/40	10.5
29	20/40	20/25	20/20	20/30	3.1
30	20/40	20/25	20/20	20/30	3.2
31	20/40	20/40	20/30	20/50	1.8
32	20/80	20/40	20/40	20/60	3.6
33	20/25	20/20	20/20	20/25	2.0
34	20/80	20/30	20/25	20/25	4.1
35	20/70	20/40	20/25	20/30	8.5
36	20/60	20/50	20/30	20/40	2.4
37	20/60	20/30	20/20	20/25	3.6
38	20/150	20/50	20/40	20/50	1.7
39	20/30	20/25	20/20	20/25	2.0
40	20/30	20/25	20/20	20/30	3.6
41	20/40	20/60	20/20	20/25	2.2
42	20/40	20/30	20/30	20/30	4.1
43	20/30	20/25	20/30	20/40	10.7
44	20/20	20/20	20/20	20/30	3.6
45	20/70	20/40	20/40	20/30	2.1
46	20/50	20/30	20/30	20/30	2.7
47	20/60	20/25	20/25	20/25	1.8
48	20/70	20/25	20/30	20/30	2.3
49	20/20	20/20	20/20	20/25	1.7
50	20/30	20/25	20/20	20/25	1.8
51	20/80	20/25	20/40	20/40	8.6
52	20/150	20/40	20/50	20/50	5.5
53	20/25	20-20	20-20	20-30	1.5

Nota: Elaboración propia.

3.4 Encuesta a pacientes

3.4.1 Síntomas de catarata en el ojo dominante

Se clasificaron los síntomas o molestias de catarata, a cada uno de los 36 pacientes que salieron positivos de catarata, pero tomando en cuenta que la catarata está presente en el ojo "**dominante**". El resultado de los principales síntomas de catarata, se obtuvieron a través de un cuestionario elaborado con objeto principal "detección temprana de catarata". Como se puede observar en la figura 18, siendo las siguientes molestias más altas o frecuentes;

- Adaptación a diferentes ambientes con diferente intensidad de luz
- Dificultad al manejar de noche
- Visión nublada o borrosa a pesar de usar lentes oftálmicas

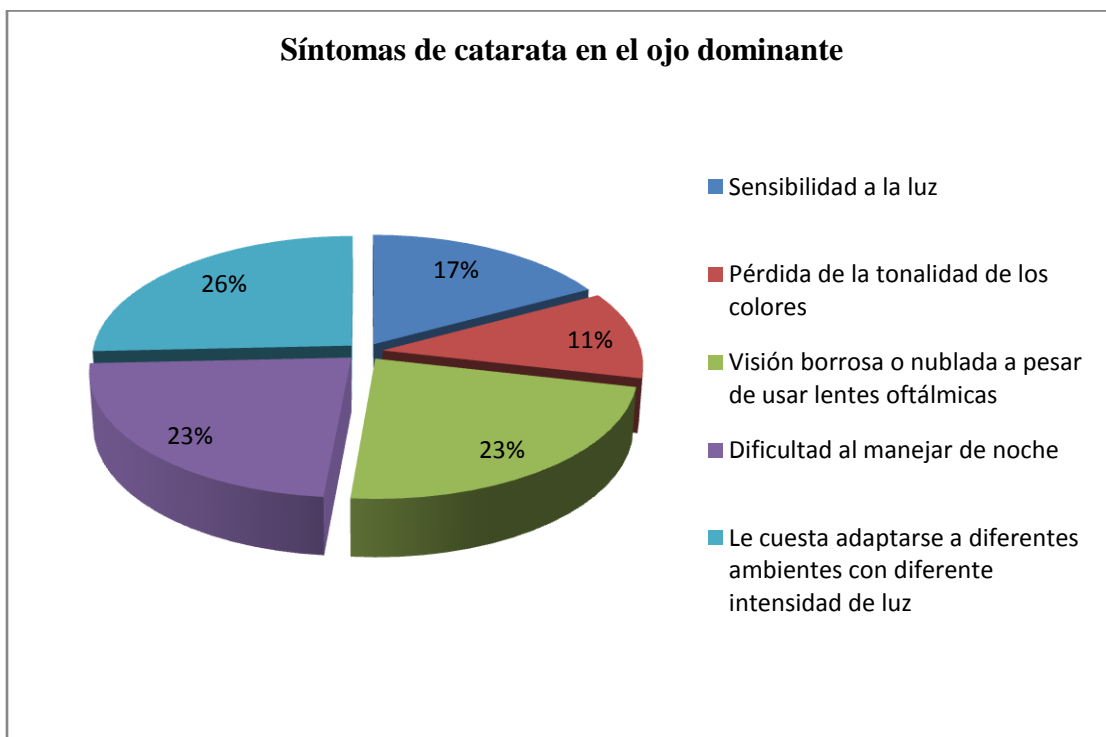


Figura 18. Síntomas de catarata en el ojo dominante. Elaboración propia.

3.4.2 Síntomas de catarata en el ojo o no dominante

Se clasificaron los síntomas o molestias de catarata, a cada uno de los 36 pacientes que salieron positivos de catarata, pero tomando en cuenta que la catarata está presente en el ojo "**no dominante**". El resultado de los principales síntomas de catarata, se obtuvieron a través de un cuestionario elaborado con objeto principal "detección temprana de catarata". Como se puede observar en la figura 19, siendo las siguientes molestias más altas o frecuentes;

- Visión nublada o borrosa a pesar de usar lentes oftálmicas.
- Sensibilidad a la luz.
- Dificultad al manejar de noche.

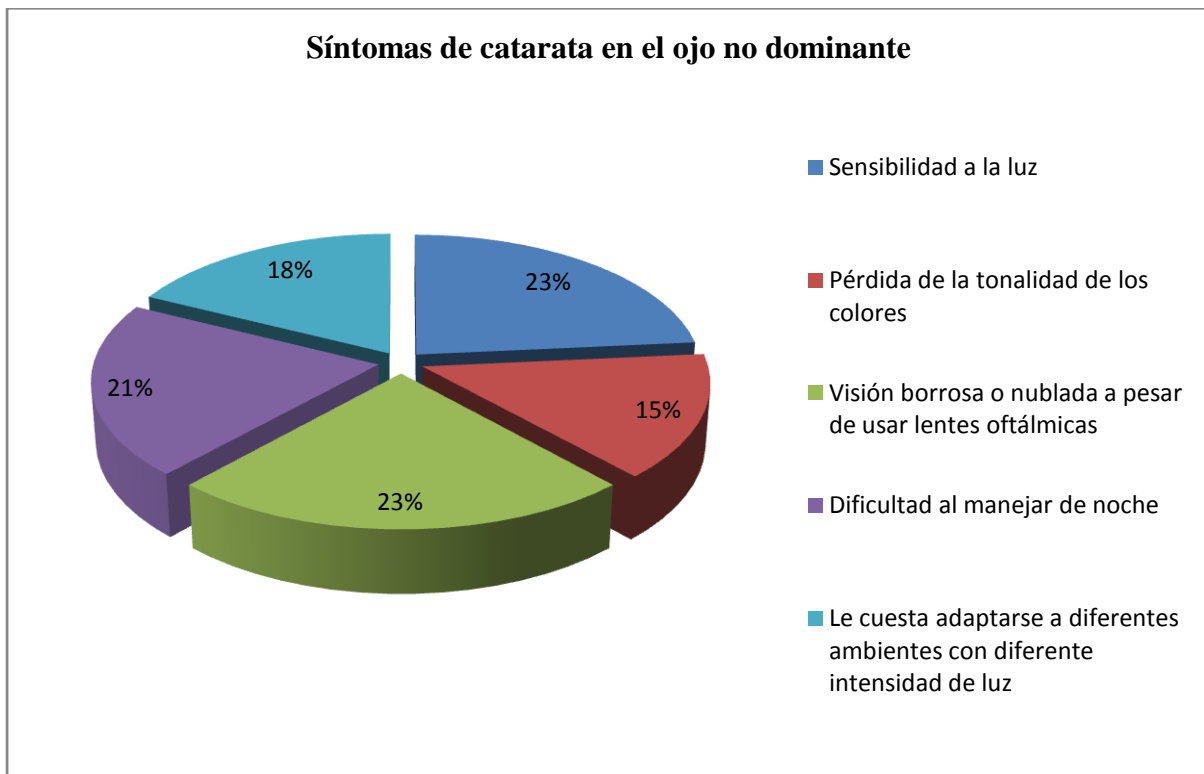


Figura 19. Síntomas de catarata en el ojo no dominante. Elaboración propia.

3.4.3 Factores endógenos y exógenos que contribuyen al desarrollo de catarata

La siguiente gráfica nos brinda una información importante sobre los principales factores endógenos y exógenos que contribuyen al desarrollo de catarata con mayor rapidez. El cuestionario elaborado a los pacientes con objeto principal "detección temprana de catarata", cuyo resultado fue obtenido únicamente de los pacientes que salieron positivos de catarata. Como se puede observar detalladamente en la figura 20, el principal factor exógeno es "luz solar" y el principal factor endógeno es "uso de esteroides en gotas o tomado".

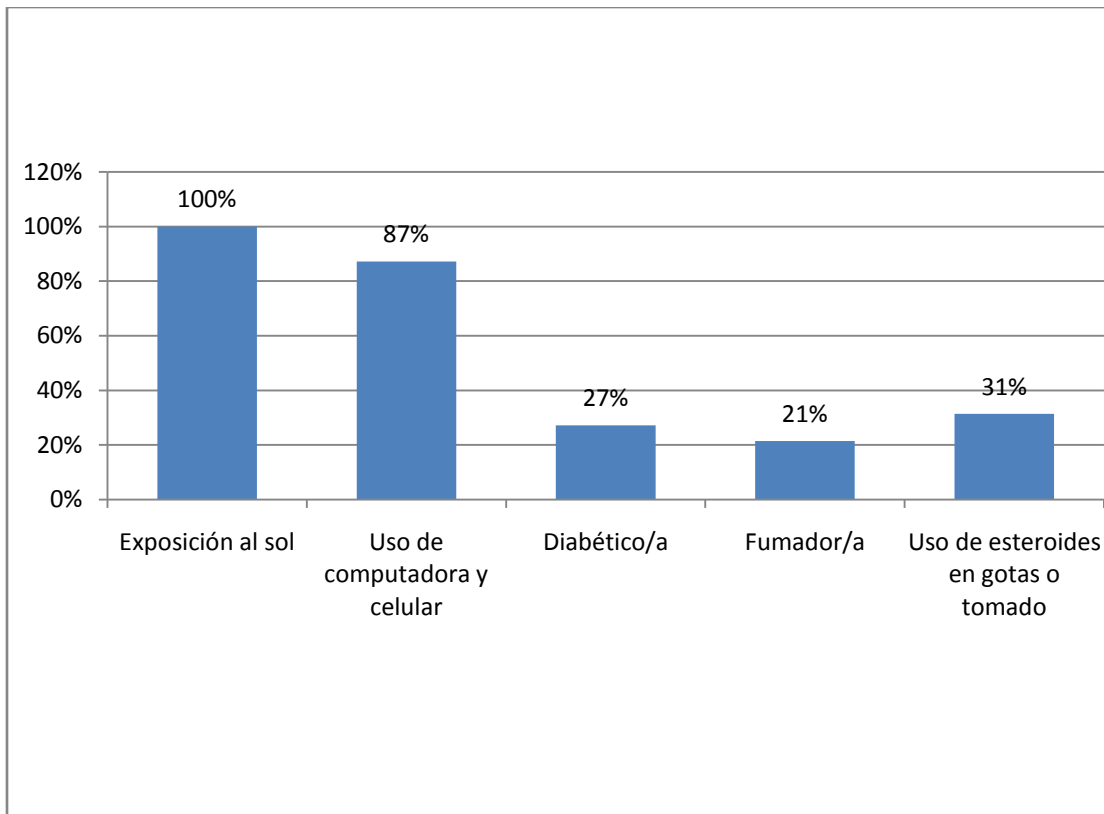


Figura 20. Factores endógenos y exógenos que contribuyen al desarrollo de catarata. Elaboración propia.

3.4.4 Protección contra los principales factores exógenos que contribuyen al desarrollo de catarata

La siguiente gráfica nos brinda una información importante sobre la protección ante los principales factores exógenos que contribuyen al desarrollo de catarata con mayor rapidez. Los pacientes completaron el cuestionario elaborado con el objeto principal "detección temprana de catarata". Como se puede observar con detalle en la figura 21, el resultado obtenido es que el 100% de los pacientes en algún momento se exponen al sol, pero únicamente el 17% se protege. Y el 91% de los pacientes se exponen a la luz azul pero únicamente el 4% se protege.

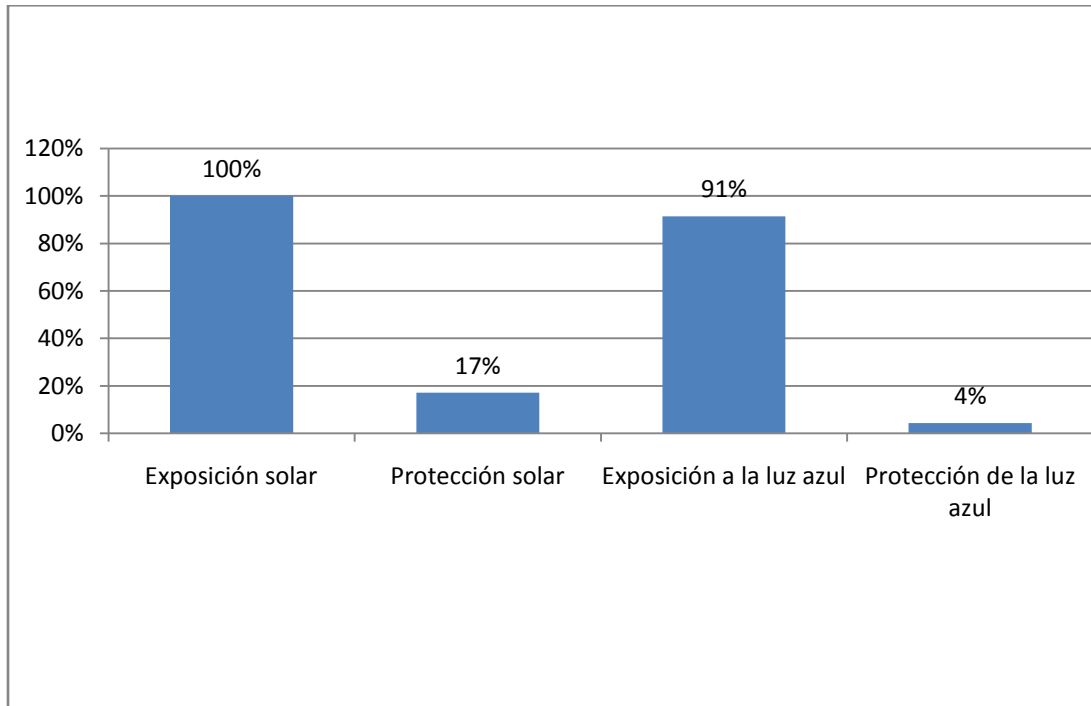


Figura 21. Protección contra los principales factores exógenos que contribuyen al desarrollo de catarata. Elaboración propia.

CAPÍTULO IV

PROPUESTA DEL MANUAL DE DETECCIÓN TEMPRANA DE CATARATA SIN DILATACIÓN PUPILAR

4.1 Instrumentos requeridos para la evaluación de detección temprana de catarata

- Retinoscopio u oftalmoscopio
- Cartilla de Snellen
- Cartilla Pelli-Robson
- Foróptero caja de prueba con accesorios
- Lámpara de hendidura

4.2 Procesos de apoyo

- Encuesta de detección temprana de catarata
- Ficha clínica
- Acutarget HD Analyzer (OSI)

4.3 Planeación de selección de pacientes

- Selección de pacientes de 50 a 60 años de edad
- Se descartan a los pacientes con defectos refractivos superiores a 5 dioptrías esféricas y 3 dioptrías cilíndricas.
- Se descartan a los pacientes con patología u opacificación en córnea (degeneración corneal, distrofia, ulcera, edema corneal), humor acuoso (uveítis), humor vítreo (hemovítreo) o en retina (degeneración macular, agujero macular ni membrana epimacular).

4.4 Flujograma

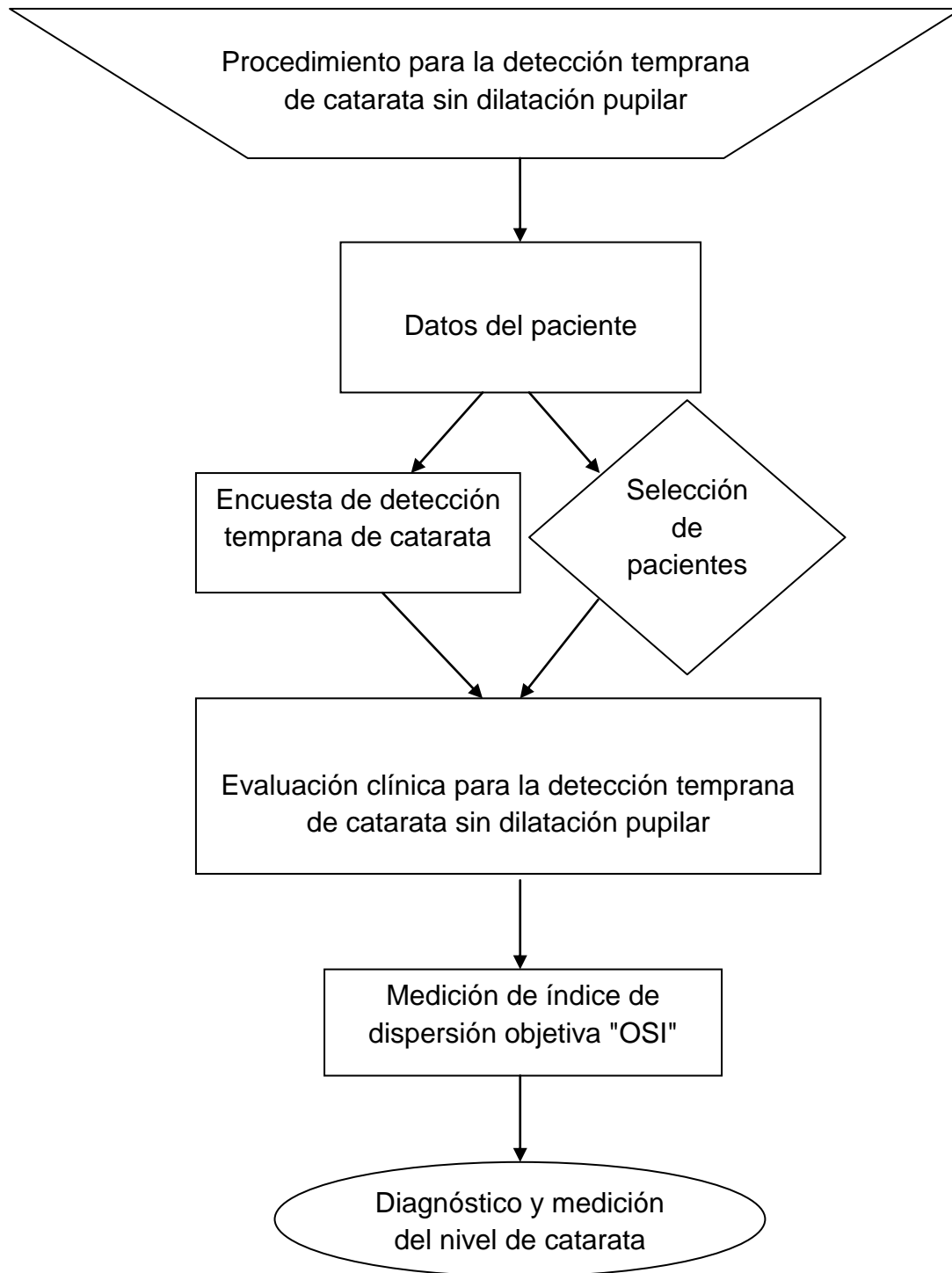


Figura 22. Flujograma para la detección temprana de catarata sin dilatación pupilar. Elaboración propia.

4.5 Procedimiento para la detección de catarata sin dilatación pupilar

4.5.1 Medida de agudeza visual con Pínhole o agujero estenopeico

Con la cartilla de Snellen se procede a medir la agudeza visual “AV” con Pínhole “PH” para determinar si el problema visual del paciente es refractivo o patológico.

- Situar al paciente en la silla de evaluación correctamente.
- Posicionar el foróptero frente al paciente con una inclinación, centrado, distancia al vértice y distancia pupilar correcta.
- Colocar en el foróptero la lente Pínhole en el ojo derecho y ocluir el ojo izquierdo.
- Indicar al paciente que lea de izquierda a derecha los optotipos de letras o números a través del Pínhole.
- Anotar la mejor agudeza visual con Pínhole alcanzada y realizar el mismo procedimiento para el ojo izquierdo y ocluir el ojo derecho.



Figura 23. Medición de agudeza visual con Pínhole. Elaboración propia.

4.5.2 Medida de agudeza visual con corrección refractiva

Con la cartilla de Snellen se procede a medir la agudeza visual con la mejor corrección refractiva del paciente. Un paciente con catarata no podrá leer los optotipos a partir de 20/30 o menos. Lo que significa que su problema no es refractivo sino por opacificación del cristalino.

- Colocar en el foróptero la mejor corrección refractiva en el ojo derecho y ocluir el ojo izquierdo.
- Indicar al paciente que lea de izquierda a derecha los optotipos de letras o números.
- Anotar la mejor agudeza visual con corrección alcanzada.
- Realizar el mismo procedimiento para el ojo izquierdo y ocluir el ojo derecho.

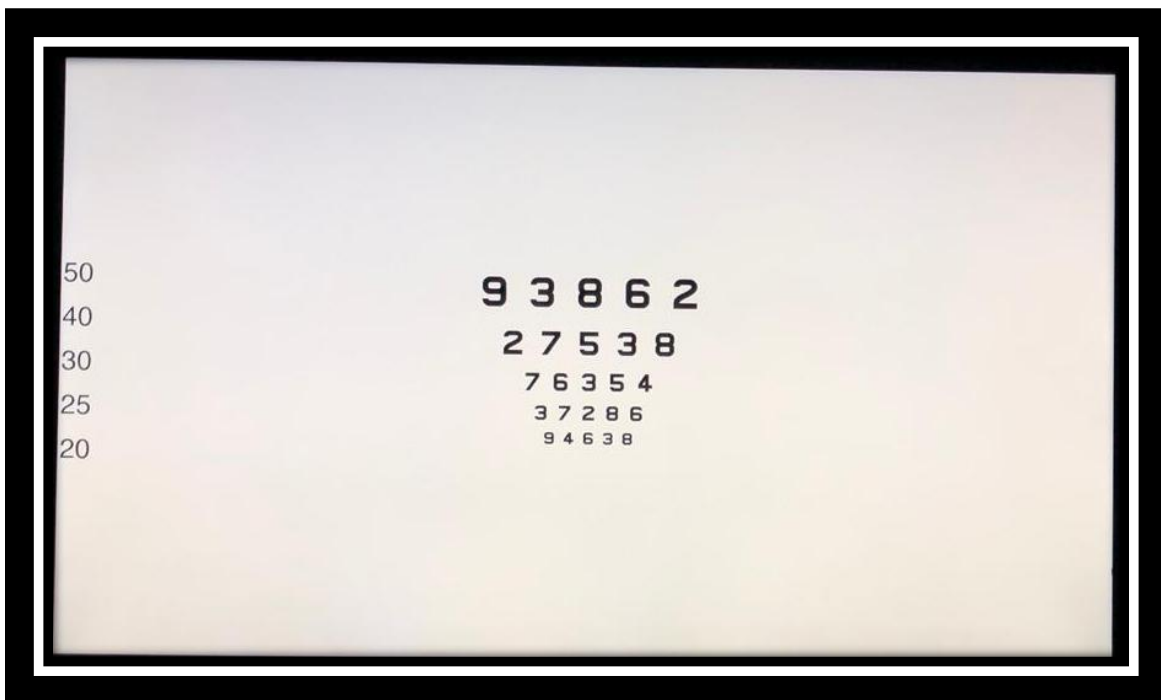


Figura 24. Medición de agudeza visual con corrección. Elaboración propia.

4.5.3 Medida de agudeza visual con sensibilidad al contraste

La agudeza visual con sensibilidad al contraste de Pelli-Robson, es capaz de detectar principalmente opacificaciones del cristalino en un nivel leve, incluso cuando la agudeza visual con corrección es 20/20. Se procede a medir la agudeza visual “AV” con sensibilidad al contraste. En un paciente con catarata, teniendo su mejor corrección refractiva, la AV con sensibilidad al contraste disminuirá de una a dos líneas a la obtenida con corrección, por lo que podría ser catarata nivel leve, moderada o severa, por ejemplo: AV con corrección 20/25 y AV con sensibilidad al contraste 20/40.

- Colocar la cartilla de Pelli-Robson desde la mejor agudeza visual alcanzada con corrección refractiva y ocluir el ojo izquierdo.
- Indicar al paciente que lea de izquierda a derecha los optotipos de letras o números de arriba hacia abajo.
- Anotar la mejor agudeza visual con sensibilidad al contraste obtenida.
- Realizar el mismo procedimiento para el ojo izquierdo y ocluir el ojo derecho.

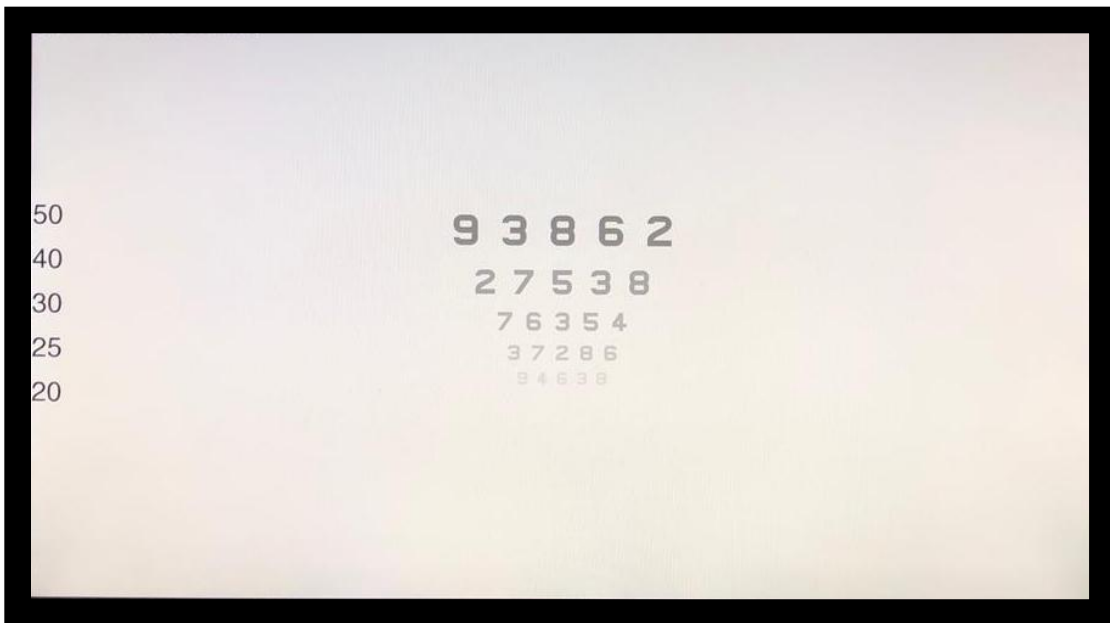


Figura 25. Medición de sensibilidad al contraste. Elaboración propia.

4.5.4 Evaluación de la transparencia de los medios refringentes oculares

Con esta técnica evaluaremos la intensidad del reflejo retiniano para evaluar si los medios refringentes inician a opacificarse, principalmente el cristalino. En una catarata se observara una disminución de la intensidad del reflejo retiniano (reflejo rojo) dependiendo del grado de catarata.

- Retirar el foróptero que está frente al paciente.
- Tomar el retinoscopio u oftalmoscopio.
- Indicar al paciente que mantenga los dos ojos abiertos y que observe el punto de fijación que esta frente a él (punto de fijación opcional).
- Apagar la luz para que la pupila se dilate naturalmente con la ausencia de luz o en un ambiente tenue y así aumentar la visibilidad del cristalino.
- Pedir al paciente que ignore la luz del instrumento (retinoscopio u oftalmoscopio) y que enfoque su mirada en el punto de fijación antes mencionado.
- Para examinar el ojo derecho del paciente, tomar el retinoscopio u oftalmoscopio con la mano derecha y observar a través del instrumento con el ojo derecho.
- A continuación dirigir la luz de banda vertical proyectada del retinoscopio u oftalmoscopio hacia el área pupilar y realizar un movimiento leve o bandeo horizontal para observar la intensidad del reflejo retiniano y determinar si existe opacidad en el cristalino.
- Para examinar el ojo izquierdo, tomar el retinoscopio u oftalmoscopio con la mano izquierda. Observar a través del instrumento con el ojo izquierdo y seguir los pasos antes mencionados.



Figura 26. Evaluación de la transparencia de los medios refringentes oculares. Tomado de <https://www.youtube.com/watch?v=mnFv7jucSWQ> (2019).

4.5.5 Evaluación de la transparencia del cristalino

Durante la evaluación del cristalino por medio de biomicroscopio o lámpara de hendidura sin dilatación pupilar con técnica de sesión óptica, un paciente con catarata, desde leve hasta severa, presentará en el cristalino una opacidad o tonalidad de color amarillo-marrón principalmente en el núcleo del mismo.

- Guardar el retinoscopio u oftalmoscopio.
- Posicionar frente al paciente la lámpara de hendidura y pedir al paciente que se posicione correctamente.
- Colocar el sistema de observación de la lámpara de hendidura frente al ojo derecho del paciente sin necesidad de dilatación pupilar.
- Apagar la luz para que la pupila se dilate naturalmente en la ausencia de luz o en un ambiente tenue y así aumentar la visibilidad del cristalino.

- Colocar la hendidura de luz estrecha.
- Colocar el brazo de iluminación entre 30° y 60° a una intensidad alta.
- Posicionar los aumentos entre 10x, 20x y 30x.
- Dirigir la luz hacia el área pupilar inferior, enfocando el cristalino y realizar un movimiento hacia adelante y hacia atrás levemente para observar las distintas capas del cristalino y así poder visualizar la pérdida de transparencia o presencia de color amarillo-marrón en el núcleo del cristalino, como se puede ver en la figura 27.

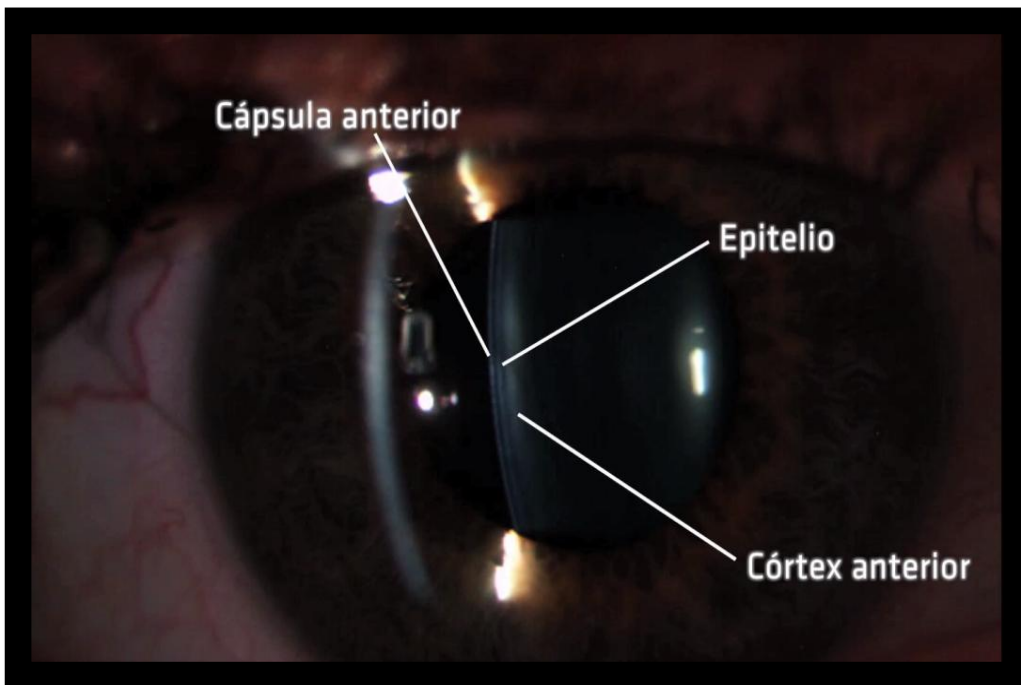


Figura 27. Evaluación de la transparencia del cristalino. Tomado de <https://www.jnjvisioncare.es/tecnicas-lampara-hendidura> (2019).

4.5.6 Medición de índice de dispersión objetiva

El análisis de índice de dispersión objetiva con Acutarget HD Analyzer, es capaz de detectar una catarata tempranamente, incluso cuando la agudeza visual con corrección sea 20/20 o 20/25 relativamente buena pero en cantidad visual no en calidad visual. El análisis de medición del índice de dispersión objetiva "OSI" detecta opacificaciones del cristalino nivel leve, el valor "OSI" será de 1.5 a 1.9, nivel moderado "OSI" será de 2.0 a 3.9 y nivel severo OSI será superior 4.0 como se puede observar en la figura 28.

- Llenar datos del paciente (nombres, apellidos, fecha de nacimiento, sexo y código).
- Colocar refracción o graduación lejana.
- Insertar lentes (de la caja de prueba) cilíndricas si es superior a 0.50 dioptrías y lentes esféricas si es superior a 4 dioptrías en la montura del aparato.
- Posicionar al paciente correctamente en el aparato.
- Enfocar el aparato con el joystick en el centro pupilar y/o eje visual del ojo derecho.
- Pedir al paciente que parpadee varias veces, posteriormente indicar que mantenga los ojos abiertos sin parpadear y que mantenga su mirada fija.
- Oprimir el botón de inicio para que proyecte el rayo de láser de baja longitud sobre el sistema óptico visual del ojo derecho.
- Guardar y ver resultados.
- Realizar el mismo procedimiento para el ojo izquierdo.

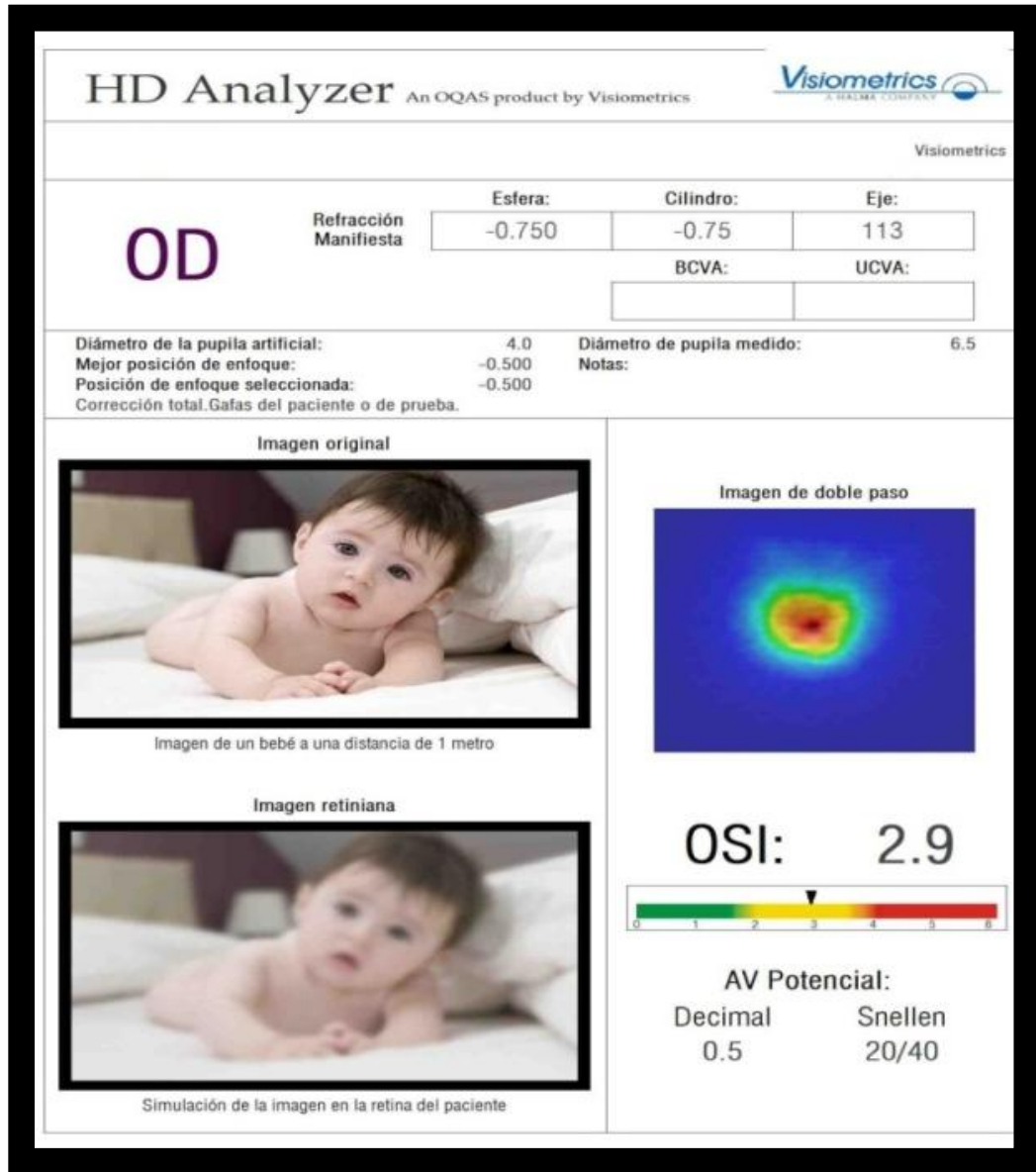


Figura 28. Medición de índice de dispersión objetiva. Tomado de Acutarged HD.

Conclusiones

1. La incidencia de catarata temprana sin dilatación pupilar en pacientes de 50 a 60 años de edad, según nuestro estudio es del 51% y en nuestra hipótesis fue del 40% por lo que se acepta la hipótesis.
2. Si el paciente presenta una agudeza visual con corrección 20/20, no significa que no presente catarata ya que el 41% de los ojos que presentaron catarata alcanzaron una agudeza visual con corrección de 20/20.
3. La correlación de la evaluación clínica y medición de índice de dispersión objetiva "OSI", dependerá de la ubicación de la opacificación del cristalino (catarata cortical, nuclear, sub-capsular anterior o posterior) con relación al eje visual del paciente.
4. Los principales síntomas o molestias que refieren los pacientes, es visión borrosa a pesar de utilizar lentes oftálmicas con corrección refractiva y dificultad para manejar de noche.
5. Cuando el valor OSI sea 2.0 ninguna lente oftálmica con corrección refractiva mejorará la calidad visual, por el nivel de catarata que presenta el paciente.

Recomendaciones

1. Realizar la evaluación clínica y evaluación con índice de dispersión objetiva "OSI", a todos los pacientes a partir de 50 años de edad, incluso a los que alcancen una agudeza visual con corrección 20/20.
2. Combinar la evaluación clínica e índice de dispersión objetiva "OSI", para la precisión de la detección temprana de catarata sin dilatación pupilar.
3. Realizar la encuesta de detección temprana de catarata a todo paciente arriba de 50 años de edad, para obtener información de sus síntomas o molestias visuales.
4. Cuando la agudeza visual con sensibilidad al contraste de Pelli-Robson disminuya dos líneas en comparación con la agudeza visual de Snellen, realizar medición de índice de dispersión objetiva para completar diagnóstico de catarata.
5. Cuando el valor OSI sea 2.0, es el momento ideal para recomendar la cirugía de catarata, Para prevenir: 1) Complicaciones quirúrgicas, 2) Obtener una reversión de la calidad visual y 3) Mejorar la calidad de vida del paciente.

Bibliografía

1. Martín. (2,006). Fundamentos de fisiología. Madrid. España. Thomson editores parainfo, S.A.
2. Burbano. (2,003) Física General. Madrid. Tébar, S.L.
3. Rodríguez. (1,997). Fundamentos de óptica geométrica. Universidad de Oviedo. Servicio de Publicaciones.
4. Caviedes. (1,991). Oftalmología II. Universidad de Cantabria.
5. Tomasi. (2,003). Sistema de Comunicaciones Electrónicas. Cuarta Edición. México. Prentice Hall.
6. Vaughan (2,000) Oftalmología general. México. DF. El Manual moderno.
7. Ditchburn. (1,982). Óptica. España. Barcelona. Reverté, S.A.
8. Kane. (2,000). Física. España. Barcelona. Reverté, S.A.
9. Montes. (2,011). Optometría Principios básicos y aplicación clínica. España. Elsevier.
10. Furlan. (2,009). Fundamentos de Optometría Refracción ocular. Universidad de Valencia.
11. Murube, (2,008). Ojo seco y otros trastornos de la superficie ocular. Buenos Aires, argentina. Médica panamericana S.A.
12. Kanski, (2006). Oftalmología clínica. Madrid, España. Elsevier.

- 13.** Landeo, (2,000). IV Oftalmología. Lima.
- 14.** Puell. (2,006). Óptica fisiológica. Madrid. Editorial Complutense.
- 15.** American Academy of Ophthalmology. (2,011). Curso de ciencias básicas y clínicas en oftalmología. E.E.U.U. Elsevier.
- 16.** Ross. (2,007). Histología. Madrid España. Editorial médica panamericana S, A.
- 17.** Bueche. (1,988). Ciencias físicas. Barcelona. España. Reverté, S.A.
- 18.** American Academy of Ophthalmology(2,013). Cristalino y cataratas. Barcelona. España. Elsevier.
- 19.** American Academy of Ophthalmology(2,008-2,009). Cristalino y cataratas. Barcelona. España. Elsevier.
- 20.** Kanski. (2,009). Oftalmología clínica. Barcelona. España. Elsevier.
- 21.** Acosta, (2006). (Tesis doctoral) Universidad de PompeuFabra. Recuperado de <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/7152/terar.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. (15/10/2019).
- 22.** Beneyto (2007). (Medida de la densidad del cristalino con cámara de Scheimpflug)Recuperado http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0365-66912007000300005. (16/10/2019).
- 23.** Fox (2015). (Advances in assesing the quality of vision) Recuperado de <https://www.ophtalmologymanagement.com/archive/2015/May/images/515Spotlightfinal.pdf>. (20/10/2019).

Anexo I

Guía de entrevista a profesionales de la salud visual



UNIVERSIDAD GALILEO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
LICENCIATURA EN OPTOMETRÍA

El objetivo de la siguiente encuesta es determinar cuál es la técnica o examen que actualmente usan los profesionales de la salud visual de la ciudad capital de Guatemala para la detección temprana de catarata.

1) ¿Qué instrumento, técnica o examen utiliza para la detección temprana de catarata?

2) ¿En su experiencia clínica que cambios refractivos presentan los pacientes con catarata?

3) ¿En su experiencia clínica en qué rango de edad hay mayor incidencia de catarata?

4) ¿Qué estudio de diagnóstico le facilita la recomendación para la cirugía de catarata?



Anexo II

Guía de entrevista a cirujanos de catarata

El objetivo de la siguiente entrevista es determinar cuántos pacientes con catarata leve-moderada y severa operan, que grado de catarata es el ideal para operar y establecer el rango de edad que mas operan los cirujanos oftalmólogos de Intevisa.

1) ¿Indique de 1 a 10 cuántos pacientes con catarata leve o moderada opera?

2) ¿Indique de 1 a 10 cuántos pacientes con catarata severa (densa) opera?

3) ¿Cuál es el rango de edad que generalmente opera?

4) ¿Qué complicaciones se tienen en pacientes que se operan la catarata severa?

5) ¿Qué estudio de diagnóstico se le facilita para planificación de su cirugía?

6) ¿Qué grado de catarata considera que es la ideal para la recomendación de cirugía?

Anexo III**Encuesta a cirujanos de catarata**

El objetivo del siguiente cuestionario es determinar los beneficios o ventajas que obtiene el paciente al someterse a una cirugía de catarata en el momento ideal y las complicaciones al someterse a una cirugía de catarata severa.

1) ¿Tiene complicaciones al operar catarata severa?

Sí

No

¿Por qué? _____

2) ¿Qué beneficios tiene el paciente al someterse a una cirugía de catarata en el momento ideal o recomendado?

Sí

No

¿Por qué? _____

3) ¿Le gustaría que todos sus pacientes se operaran la catarata en el momento ideal?

Sí

No

¿Por qué? _____

4) ¿Utiliza el estudio de medición de índice de dispersión objetiva (OSI) para determinar el momento ideal para extraer la catarata?

Sí

No

¿Por qué? _____

Anexo IV

Cuestionario de detección temprana de catarata

¿Ha experimentado algo de lo siguiente durante el último mes?	Todo el tiempo	Casi todo el tiempo	Algunas veces	Nunca
1. ¿Ha tenido sensibilidad a la luz?				
2. ¿Le cuesta adaptarse a diferentes ambientes con diferente intensidad de luz?				
3. ¿Siente dificultad o pérdida en la tonalidad de los colores?				
4. ¿Siente dificultad al manejar de noche?				
5. ¿Visión borrosa o nublada a pesar de usar lentes?				
6. ¿Qué tan frecuente se expone al sol?				
7. ¿Ha utilizado lentes con protección solar?				
8. ¿Qué tan frecuente utiliza la computadora, tablet o celular?				
9. ¿Ha utilizado lentes con filtro azul?				

10. ¿Tiene diagnóstico de diabetes?	Sí	No
11. ¿Es usted fumador/a?	Sí	No
12. ¿Ha usado esteroides en gotas o tomado?	Sí	No

Anexo V
Ficha clínica

Nombre del paciente:		Fecha de examen:
Edad:		Fecha de nacimiento:
Sexo:		
Retinoscopia:	Reflejo retiniano:	
Refracción final: OD: OS:	Agudeza visual sin corrección: OD: 20/ OS: 20/	
Dominancia ocular:	Agudeza con Pínhole o agujero estenopeico: OD: 20/ OS: 20/	
Distancia naso pupilar:	Agudeza visual con corrección: OD: 20/ OS: 20/	
Lámpara de hendidura:	Agudeza visual con test de sensibilidad al contraste: OD: 20/ OS: 20/	
Índice de dispersión objetiva (OSI):	Cornea: Cristalino: Nivel de OSI: OD: OS:	

